简易水利手册

第四册

陕西省水利厅编

水利电力出版社

前　言

我省全年雨量的分布极不均匀。每当作物需水的六、七月間，往往天旱少雨，河溪水流很小甚至乾涸。一到八、九月間，则多阴雨綿綿，洪流暴漲，有的还造成灾害。这种供水和农作物需水的矛盾現象，必須用蓄水方法来調节水量，以利灌溉并減免洪水灾害。

在缺乏水源的地区，可以采用兴修池塘和水窖的方法，在山区及丘陵地区，则可采用兴修小型水庫的办法，来把多雨季节的地面逕流与河道多余流量，积蓄起来，以备作物需水时及时引灌，保証农业丰收。

根据我省目前情况，蓄水灌溉是今后发展水利的主要方向。这本小册子就是为了解决兴修蓄水工程中，勘測、設計、施工的一些問題，我們参考了别省的一些書籍，結合我省具体情况，尽量用图表的方式講解出来，只談一些蓄水工程的簡單計算方法与普通适用尺寸，供給基层水利工作干部及农民技术員在工作中参考、学习之用。



目 录

第一編 水窖和池塘

第二編 小型水庫

第一編　水窖和池塘

在丘陵和高原地区，地下水过深不能打井，或者河溝里的水源太低，水量太少，不能引上来澆地时，可用修水窖（打旱井）和挖池塘的办法，把雪水雨水就地蓄存起来，到缺雨时引出来澆地。

第一章　水窖（旱井）

一、修水窖地点的选擇

水窖的地点，要是选的不当，挖成的井容易漏水或倒塌。在选擇地形时，最好选擇坡度較緩，土質坚实，土层深厚，上有来水，下有灌田。不要选在渠边、房边或沙多、有树的地方。有的地区总結为“三好”及“四不要”，也明确的說明水窖地点的选擇条件。三好：一是土壤好（紅焦土），二是土質密度好，三是土地平整来水条件好；四不要：一不要在地畔边打井，二不要在树林附近打井，三不要在房屋附近打井，四不要在陡坡修井。

二、打水窖的操作过程

將劳力可分成4～5人編成一組，然后准备吊繩一根，滑車一架，大小鉄銑和大小钁头各一把，捶井壁的木棒一、二个，挖窟窿的尖刀一把，搭架用的木椽数根，准备就緒后就可按下列过程进行操作：

1.挖井筒：由于水窖的种数不同，挖的方法也有不同，一般水窖有下列几种形式，挖是由上而下的挖掘。

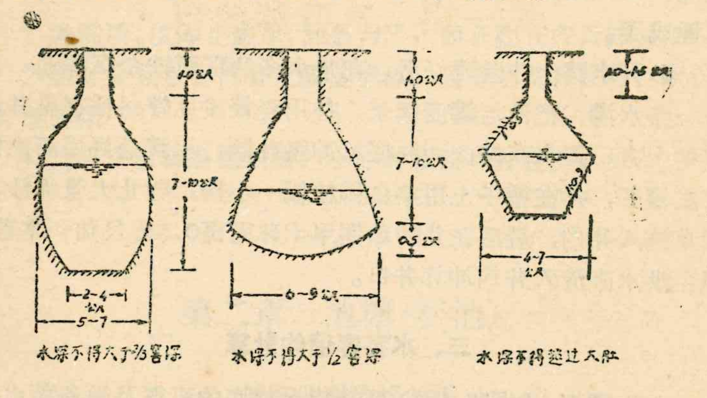


图　1-1

2.和膠泥：水窖一般都要糊一层膠泥，才能不漏水，但膠泥和的好坏，对水窖的滲漏起决定性作用。將紅膠土晒干，打碎，堆在一起，中間挖个窩，放入适当的甜水，使土完全被水浸透后，攪成稀泥，并盖些黃土，以免干燥。还有的膠土質量虽好，但性硬容易裂縫，在和时可摻一、二成黃土，到用的时候，最好把和好的泥用脚踩或用鍘刀背反复的捶上几遍，把泥捶得又韌又匀，才可使用。如果有头髮摻入則更結实。

3.捶井身：泥和好了，就把准备裝水的部分，每隔1公寸，用鉄鏟向下斜着掏成長1公寸，寬5公分，深2公寸的窟窿。这时就把和好的膠泥，搓成釘子形，在水里沾一下，塞进窟窿，外面留上3公分，用手向內拍，再用3公分厚的泥填空白，把所有的泥連起来。为了不粘先洒一层草灰，然后用鞋底或木棒使力向內压，讓所有的泥平展一律，第二天輕捶一次，到第三天早晚各捶一次，第四天用力捶兩次，如果泥干了就洒些水，如

果有膨脹的地方用小刀割破放气，繼續捶打，一直捶到水牆上发亮，发出銅声，洒上水如洒在甕上一样很快的溜到底下，才算捶成了。

4.开水路：井壁捶好后，在来水多的那面挖个沉沙池，再开一条水溝，把池与溝連起来，并用瓷管或瓦管斜插在旱井最寛的上方，讓水直接流到井底不冲毁井壁，水溝最好用石或磚砌成槽子，并在槽子上用桑条柳枝編一小柵，防止大量泥沙、柴草流入井內，最后在井的周圍用土环砌高0.5公尺加一木盖，以免洪水直流入井內冲坏井口。

三、水窖容積的計算

如为甕形（如图1-1甲）可量出水窖底的直徑及准备蓄水最高时的上面直徑，与水深度，即可用下式求出：

$$水窖容重=\left[\frac{3.14\times(上直徑)^2}{4}+\frac{3.14\times(底直徑)^2}{4}\right]\times\frac{1}{2}(水深)$$

例如　甕形水窖，上直徑＝4公尺，

底直徑＝2公尺，水深＝6公尺，

試求最大容水量。

$$水窖容量=\left[\frac{3.14\times4^2}{4}+\frac{3.14\times2^2}{4}\right]\times\frac{1}{2}\times6=$$

＝47.1立方公尺。

四、水窖的养护

水窖养护得好，能用百十年，养护不好，也許兩年就塌了，因此养护工作在水窖来說是十分重要的。

1.下雨时，必須防止洪水浸井，一定要使水从水溝慢慢流进；

2.井滿后，应停止進水，加盖封严，而且要在井口防冻

3.經常檢查水窖內有无裂縫滲漏，若有应即行修补，淤泥多时应清除；

4.禁止在水窖周圍栽树，小心树根破坏井壁。

第二章　池塘（澇池）

一、怎样选擇池塘的塘址

池塘也叫澇池，选擇塘址时注意以下一些問題：

1.积蓄地面逕流的塘址对所蓄雨水的来源說，应选在地面的較低处，以便所控制集雨面积以內的逕流都可流入塘內，但同时应注意排水，以防雨水过大的时候池塘漫溢。还应在来水地区多做水土保持工程，防止大量泥砂入塘失掉蓄水作用。

池塘附近如果有渠道时，应該尽量爭取把灌溉季节以外的渠道余水引入池塘，扩大水源的利用效能。在缺乏雨水和自流渠水的地区，也可用提水办法把低处的渠水引上来蓄入塘內。

2.对池塘基础土質应特別注意，如果底部是砂土砂礫或卵石就容易漏水，不宜修塘。土質疏松也有滲水可能，需要加以处理。挖塘前应先挖試坑或用取土鑽取出土样，弄明地层土質变化情况，靠近河边，容易滲漏，不宜挖塘。

3.选擇塘址，要注意地形、地势，应尽量利用有坡度的低凹地点。

二、怎样决定塘的大小

三面取土，一面填堤，可以少挖土方，多蓄水量。塘的大小由水源和澆地面积的大小决定，如灌溉面积需水量大而来水量小时，应以来水量为依据，現說明如下：

1.灌区需水量： 由于各地的气候、土壤、降雨等情况不同，不能很精細的將各地的需水量算出，今就本省一般情况，水地每亩一次灌水約30公方水稻按抗旱30天計算每亩需水約200公方，列表如下以供参考。

2.池塘蓄水量：

甲、利用地面逕流：根据我省情况，陝北地区每年每亩集雨面积可产生逕流60公厘（40公方），关中地区每年每亩可产生110公厘（70公方），陝南每年每亩产生逕流150公厘（100公方）。查看前頁附表。

乙、从渠內引水或提水：这种情况是利用灌溉空隙把渠內的水引进塘內蓄起来，或者提水蓄入塘內，計算可用下式：

$$W=86,400\alpha Qt$$

式中　W——蓄水量（公方）；

α——損失系数，一般可采用0.9；

Q——平均流量（公方/秒）；

t——引水或提水时間（單位按日計）。

例題：有一引水渠道常流量为0.15公方/秒，灌溉空隙有100天可以給塘里放水，求塘內可以蓄水量是多少？

解：已知　$Q=0.15$公方/秒

$t=100$日

代入公式：$W=86,400\times0.9\times0.15\times100=11,664$公方

3.計算塘的容量： 从水源可能来水量和灌溉面积的需水量

灌溉面积与蓄水量的关系表

蓄水量（公方）	灌溉面积（市亩） 水稻每亩按200方	水地每亩30公方計	蓄水量（公方）	灌溉面积（市亩） 水稻30天按200方計	水地每亩按30方
100	0.5	3.3	4000	20.0	133.3
200	1.0	6.7	4500	22.5	150.0
300	1.5	10.0	5000	25.0	166.7
400	2.0	13.3	5500	27.5	183.3
500	2.5	16.7	6000	30.0	200.0
600	3.0	20.0	6500	32.5	216.7
800	4.0	26.7	7000	35.0	233.3
1000	5.0	33.3	7500	37.5	250.0
1250	6.2	41.7	8000	40.0	266.7
1500	7.5	50.0	8500	42.5	283.3
1750	8.7	58.3	9000	45.0	300.0
2000	10.0	66.7	10,000	50.0	333.3
2250	11.2	75.0	11,000	55.0	366.6
2500	12.5	83.3	12,000	60.0	400.0
2750	13.7	91.7	13,000	65.0	433.3
3000	15.0	100.0	14,000	70.0	466.6
3500	17.5	116.7	15,000	75.0	500.0

集雨面积与灌溉面积关系表

集雨面积（市亩）＼可灌面积（市亩）	陕北		关中		陕南		备注
	水稻	旱作	水稻	旱作	水稻	旱作	
5	1.0	6.6	1.7	11.6	2.5		本表系根据陕南区年徑流100公方陕北40公方关中70公方；灌溉面积水稻抗旱30天200公方計旱作每亩30公方澆一次計算。
6	1.2	8.0	2.1	14.0	3.0		
7	1.4	9.3	2.4	16.3	3.5		
8	1.6	10.7	2.8	18.7	4.0		
9	1.8	12.0	3.1	21.0	4.5		
10	2.0	13.3	3.5	23.3	5.0		
12	2.4	16.0	4.2	28.0	6.0		
14	2.8	18.7	4.9	32.7	7.0		
16	3.2	21.3	5.6	37.3	8.0		
18	3.6	24.0	6.3	42.0	9.0		
20	4.0	26.7	7.0	46.7	10.0		
25	5.0	33.3	8.7	58.3	12.5		
30	6.0	40.0	10.5	70.0	15.0		
35	7.0	46.6	12.2	81.7	17.5		
40	8.0	53.3	14.0	93.3	20.0		
45	9.0	60.0	15.7	105.0	22.5		
50	10.0	66.6	17.5	116.7	25.0		
55	11.0	73.3	19.2	128.3	27.5		
60	12	80.0	21.0	140.0	30.0		
65	13	86.6	22.7	151.7	32.5		
70	14	93.3	24.5	163.3	35.0		
75	15	100.0	26.2	175.0	37.5		
80	16	106.6	28.0	186.7	40.0		
85	17	113.3	29.7	198.3	42.5		
90	18	120.0	31.5	210.0	45.0		
95	19	126.6	33.2	221.7	47.5		
100	20	133.3	35.0	233.3	50.0		
110	22	146.7	38.5	256.7	55.0		
120	24	160.0	42.0	280.0	60.0		
130	26	173.3	45.5	303.3	65.0		
140	28	186.7	49.0	326.7	70.0		
150	30	200.0	52.5	350.0	75.0		
160	32	213.3	56.0	373.3	80.0		
170	34	226.7	59.5	396.7	85.0		
180	36	240.0	63.0	420.0	90.0		
190	38	253.3	66.5	443.3	95.0		
200	40	266.7	70.0	466.7	10.0		

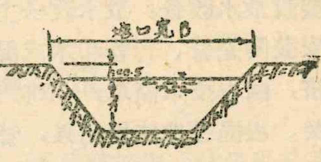
可以决定池塘容量。如果塘内一年有兩次蓄水机会，那么塘的容量就可以相应减少。塘的蓄水量加上超高就是塘总容量。塘的形狀随地形而不同。兹將矩形塘和圓塘的計算方法分述如下：

甲、矩形塘計算：

$$总容量＝水深＋超高\times\frac{(塘口面积＋塘底面积)}{2}$$

乙、平底圓塘計算：

$$V=1.57(塘口半徑^2＋塘底半徑^2)\times水深$$


图 2-1

三、怎样修塘

修池塘主要是挖土和塡堤，应留一定的坡度。塡堤时，先清除地面杂草和作物，挖毛后塡土，塡土厚度每层不可超过30公分，以免坍塌。土块打碎舖平，夯实至18～20公分，就可保証質量。新旧土要彼此套接好；土壤过干时应該洒水。塘底和塘的四圍要用夯打实，如果土質不好，应把原底耙毛，換塡一层粘土，厚30～50公分，分层夯实，以防滲水，或用粘壤土摻石灰夯实也可，如果塘底土壤疏松，可犁一遍，放上水，把牛羣赶进去踩踏平实，可以大大減少滲水。塘底如小，不要放空，以免土壤龟裂漏水。利用地形，尽量做深塘，可以少佔地，少做土方，多蓄水量，但蓄水过深时，会減少自流灌溉面积，也应

土堤断面尺寸表

堤高（公尺）	迎水坡		背水坡		堤頂寬（公尺）	堤底寬（公尺）	断面积（平方公尺）
	豎	橫	豎	橫			
2.0	1	1.5	1	1.5	1.5	7.5	9.0
2.5	1	1.5	1	1.5	1.5	9.0	13.1
3.0	1	1.5	1	1.5	2.0	11.0	19.5
3.5	1	2.0	1	1.5	2.0	14.3	28.4
4.0	1	2.0	1	1.5	2.5	16.5	38.0
4.5	1	2.0	1	1.5	2.5	18.3	46.7

注：不包括清基与截水槽。

注意。各种高度的堤岸断面，可按附表尺寸办理。

放水設备：池塘底高于灌溉地面时，可自流灌溉，塘的一边要設放水設备。放水設备主要部分放水管是用磚石砌成，也有安裝陶瓷管、竹管和木或混凝土管的，其中木管和竹管比較經济，制作技术簡單，取材方便。放水管的大小和灌溉面积有关。根据各地使用結果，管徑列表如下：

放水管的尺寸

灌溉面积(市亩)	100	200	300	400	500	600	700
放水管直徑(公分)	17	18	20	22	24	27	30

放水木管的作法是把剝过树皮的木料从中剖开凿成空心再合好用竹篾或鉛絲箍紧，木管可作成1.0～1.5公尺長，管壁厚5公分左右，管子兩端应作成公母式以便接榫，如图2-2所示，但需注意乾木料容易毀爛。若用竹管时，要用較老的竹子，用鉄条或木棍把竹內节打通就行了。竹管在灌溉面积小于50市亩时使用。

若塘坎較高，可在塘坎的上下相距0.5～1.0公尺的地方安一根管子，上下兩道管子須錯开3公尺，如图2-3。

放置管子的地方要用黃泥石灰加沙三合土塡1～2公寸，放上木管或竹管，再用三合土包裹，夯紧筑实，以防漏水，完工后需等塡土稍干后再行蓄水。

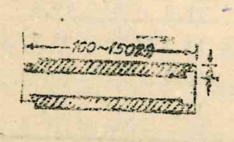


图 2-2

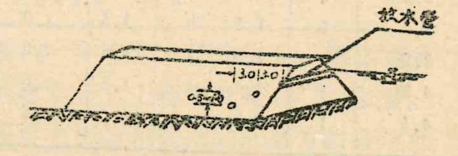


图 2-3

第二編 小型水庫

第一章 勘測調查

勘測調查是兴修水利工程中的一步重要工作，并且也是兴修水庫中一步重要工作。通过这項工作，才能了解修筑水庫的可能性，选择适当的工程地点，并搜集有关資料，作为規划和設計的依据。勘測調查的內容有以下一些：

一、庫址的选擇

对于选擇庫址应注意以下几个問題：

1.水源 蓄水来源有兩种，一种是常水量，另一种是雨季徑流量。蓄用常水量时可按水量及蓄水时間，求出一次总蓄水量。蓄用雨季徑流时，就要根据月雨量，集雨面积及徑流系数，算出一年中各月分的徑流量，然后和各月分的灌溉需水量进行比較，低于灌溉需水量的部分，就需要利用水庫进行补助。

陝西省一般1平方公里的集雨面积，就可以澆地750亩左右。

2.地形 水庫的优越地形是河谷的肚大口小，肚大是谷內地形要平坦寬广，口小是谷口要狹窄，这样把壩修在谷口上，施工的时間短蓄水多。但有些地形虽不甚好，可是河谷水源好，农田又很需要水，也可以修水庫。

河床比降較大的地方，可以作几級連环的小水庫，一样能多蓄水，而工程并不复杂。此外在窪地或乾溝中，則可采用引水办法来修建水庫。庫的位置最好是离灌区近并能使全灌区自

流灌溉。

3.溢洪道位置 小型水庫的溢洪道，通常都在坝兩端的山坡上开挖，因此必須注意修建溢洪道的可能，工程数量的大小，与下游河床連接是否方便等。最好在坝的附近有天然馬鞍形缺口用来修建溢洪道，可以节省許多工程費用，并且也安全。

4.要有足够的筑坝材料 本着因地制宜，就地取材的精神，对筑坝附近处的土料（如砂土，壤土，粘土等）及石料进行数量調查及質量了解。

二、地質調查

水庫的地質調查，主要解决兩个問題。一个是庫底是否良好，是不是会发生漏水現象。一个就是看坝的基础是否坚固。

庫內若是完整的岩石，漏水很少，是很好的庫底。选擇坝址首先必須注意岩石的种类，只要岩石緻密沒有严重的破碎現象，均可作为坝基，如花崗岩，石英岩，堅密的砂岩及片麻岩等。但如果是易溶于水而成溶洞的岩石，表面虽堅，將来易造成最重的漏水現象，应特别注意，象石灰石及石膏兩种岩石。其次岩石漏水与岩石节理层次也有极大的关系，岩石层如果平舖的向下游或向庫外傾斜，就可能有严重的漏水及滑塌現象（图 1-1 甲）。如果向上游或向庫里傾斜，則漏水較小，如超过50°时，就可以不漏水（图 1-1 乙）。在地質上將岩石的傾斜叫做"走向"。再如果岩石有断层蓄水后会发生严重漏水，若筑坝会产生滑动和不均匀沉陷的現象。其簡單判斷方法，可观察同高綫上的岩石露头与岩石种类，如果发現生成年相差悬殊（图1-1丙），石質不同，山谷溝槽岩石破碎，溝谷浸蝕很深，岸坡陡峻等現象，都可能有断层存在。

較厚而堅实的紅膠土层（粘土）滲漏性很小。在水庫处的地表如不是很明显的岩盤，就必須了解坝基和庫內土层的結構情况，层次深度，直达不透水层为止。

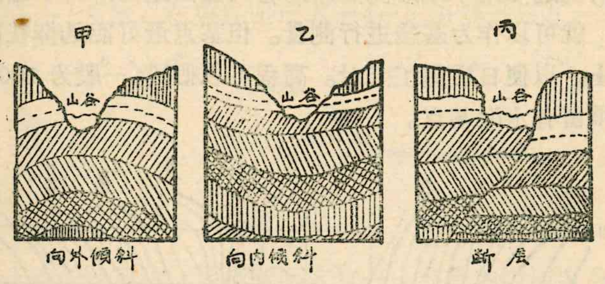


图 1-1 山谷横剖面

小型水庫的庫底及坝址勘探，可用手搖取土鑽杆、洛阳鏟或挖深坑观察，位置应在拟定的坝軸綫，溢洪道綫及涵洞綫上，視長度而决定数目多少，山根，山坡，河心等地重点深挖，根据記录繪出坝軸綫以及溢洪道涵洞中綫的地質剖面图。在庫內为了知道不透水层深度，或因庫底有突出的低窪部分，需进行了解时，也可以重点探挖。

三、地形測量

小形水庫的地形測量，主要分为坝址，庫容，积水面积等三个部分。小的水庫，可以采取估算法或簡單的測量。

1.坝址測量 小型水庫可以采用断面法，先沿坝軸綫施測一横断面，再在与坝軸垂直的方向，用皮尺測定几个椿，数目多少按坝的高低而定，一般間距在10～20公尺之間，分别施測它們的横断面，高度超过坝高 5 公尺以上，并使与坝軸綫平行。最后可根据横断面之間的关系与高度变化情况，制成平面图，繪出地形等高綫来。这种方法虽然比較粗略，但用于小型水庫，其精度已經很够了（参閱图1-2）。

較大的水庫，应施测 1/500 坝址地形图。先在坝址处按照地形情况选擇兩个地形測点，用卷尺量出距离，再拿磁針定出方位，就可以作为基綫进行测量。但基点最好能选擇在固定的物体上，以便日后施工查对。高程可以假設(一般为 100 公尺)但必須留有水准基点。

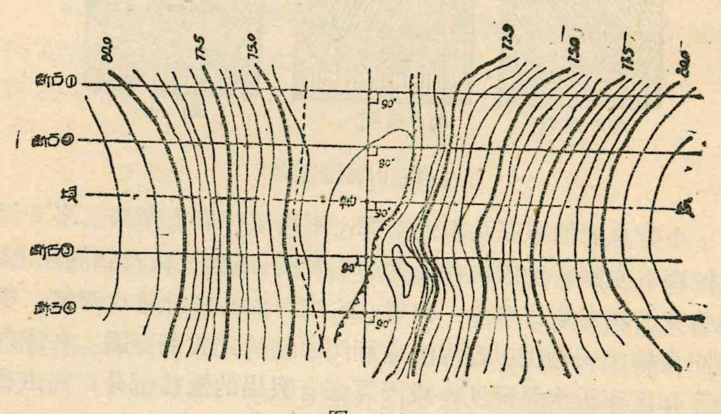


图 1-2

2. 庫容測量 根据庫容的大小，对庫容計算要求有不同的精度。一般小型水庫可以采用估算法或簡單的測量計算法，大型水庫必須要測出庫容地形图，再根据公式表格，詳細計算其容积。

（1）估算法：在沒有仪器并且水庫很小的情况下，可采取下列公式計算：

$$V=\frac{HBL}{K}$$

式中 V——水庫容积(以立方公尺計)；

H——近坝处水庫水深(以公尺計)；

B——近坝处水面寬度(以公尺計)；

L——水庫內水面長度(以公尺計)；

K——系数，在狹谷地形 $K=4\sim6$，开暢地区 $K=2\sim4$。

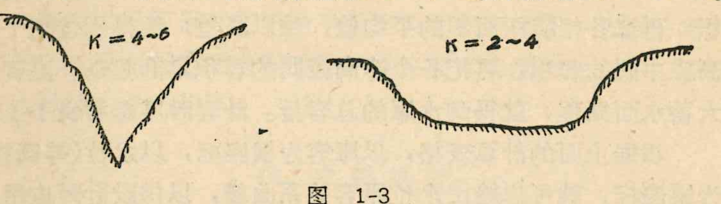


图 1-3

（2）測量計算法：用横断面計算——在庫內沿河道測一条縱断面，樁号的位置应根据兩边山坡及河灘河槽的变化而定，量出距离。然后作出每一个樁的横断面，即可根据横断面图，以蓄水面的高程为頂綫，求得横断面面积，將兩个相臨断面的平均值乘以其間的距离，便得出此二断面間的容积，把各部分容积相加，即得出水庫总容积，同法也可以根据不同的蓄水深度求出不同蓄水深时的容积。

表1-1

等高綫(蓄水位)	面积(平方公尺)		水层厚度(高差)公尺	庫容(公方)	
	水层面积	平均		每层	累計
95	1024				
		2112	1.0	2112	2112
96	3200				
		3546	1.0	3546	5658
97	3892				
		9573	0.5	4786	10444
97.5	15254				
		18243	0.5	9124	19568
98.0	21242				
		24170	0.5	12085	31653
98.5	27097				
		28323	0.5	14412	46065
99.0	32549				
		33619	0.25	8405	54470
99.25	34689				

用地形图計算——由測得的地形图上，用面积仪或几何方法，也可以用透明米厘方格紙数格的方法，求得各等高間的面积，再取各相隣兩面积的平均值，乘以高差，便得出這兩个等高綫中間的容积，再把各个等高綫間的容积累計起来，直到最大蓄水面高程，就得到水庫的总容量。計算时可参考表 1-1 。

根据上面的計算表格，以庫容为横座标，以水位(等高綫)为縱座标，就可以繪出水位庫容关系曲綫，以供設計时应用。如图1-4就是按照表1-1繪制出来的。

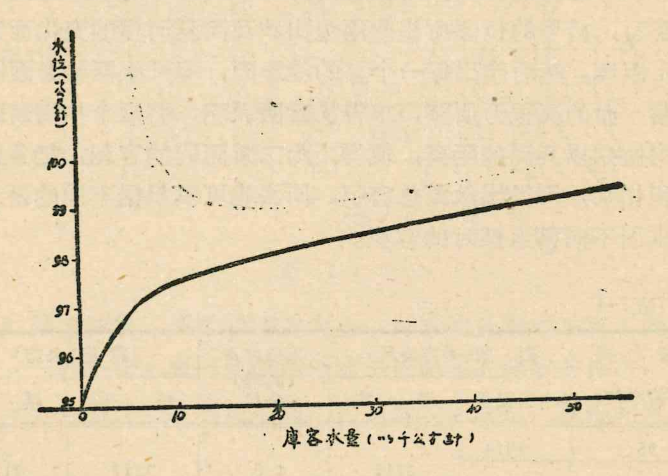


图1-4　水位庫容曲綫图

3.集水面积測量和灌区面积的調查　集水面积不大时可以采取估計或步測与估計相結合的办法进行。庫容若是單一的山溝，可以用步測河槽的長度，再估計兩分水岭間的平均寬度，相乘即得。或者用步測測出集水面积的長、寬，或周長等，看它的大致形狀，近似的采用方形，矩形，梯形，三角形或圓形，計算其面积。若集水面积較大时，可站在高处或沿着分水岭走一圈，將集雨面积逐段划成一个整齐的图形，用步測長度計算面积，相加即得。

調查灌区面积可先根据平面图（草图即可）向羣众訪問，然后协同羣众到灌区观察对照，計算出可能灌漑的面积，以供需水量及效益的計算。

四、土料調查

土料調查，是修水庫工程中重要一环。它对壩型选擇起着决定性作用。有許多壩址很好，但因附近缺乏筑壩材料而不能采用。一般筑壩多用粘土，壤土，砂壤土，沙土，卵石等，所以調查对象也必須是这几种土壤。用鑽探了解土質情況，求出适于建壩土料的多少。并量出离壩的距离。較大的土壩，还应繪出土壤分布略图，位置的高低，以供在設計时考虑如何便利施工。現在介紹一种野外土壤鉴别的簡單方法如表 1-2 。

另外还应当調查土壩壩址处有无足够而符合質量的石料，供給土壩及修建附屬建筑物应用。

五、水文資料的搜集与調查

水庫来水的多少，是否能將水庫蓄滿，以及溢洪道需要多少尺寸，才能安全泄出洪水保証土壩安全，这些与搜集水文資料是否正确，都有着密切的关系。因此我們就要認真負責的对待这一項工作。水文資料的搜集內容包括以下兩項。

1.向水庫附近的水文站，气象局或农場等，搜集这个地区的年雨量，月雨量，日最大雨量，一次最大暴雨量，降雨强度及蒸发量等（应用見溢洪道內的洪水量估算）。

2.詢問当地的老居民，請他們从記忆里說明过去大洪水的情況，指認洪水痕迹。調查主要內容分为：

表1-2 土壤野外鉴别表

土壤类别	手触时的感覺	用肉眼或放大鏡观察	干土性質	湿土性質	潮湿土壤搓碾时的狀态	其他特征
粘土	感覺不到砂的成分用力能压成块	看不見砂	非常硬的块，不易被錘击成粉末	很粘，塑性均强，且甚滑膩	易搓成細而長直徑約一公厘的細条	在疏松狀态下，用刀切割表面平滑，干粘土有光的痕迹
壤土	感覺有少量砂，易压成块	能看出砂粒	以錘撞击用手按压时块易碎裂	塑性，粘性均較弱	能搓成粗而短的条	用刀切割时表面平滑但可以看出砂粒，干燥时发光
砂壤土	砂粒很多不用力卽压成块	沙多于粘土	土块用手压及擲于板上时，易碎裂	非塑性	不能搓成条，搓成球形表面形成裂紋并破裂	用刀切时表面粗糙
砂土	感覺不到有粘土的成分	只能看見砂	分散而不成块	没有凝聚性	不能搓成条	

甲、历史上洪水的发生概况：在可能調查到的时期內，总共发生过几次大洪水，哪年洪水最大，哪年次之，洪水一般发生在什么月份，什么时間，当时河道断面及河槽兩岸的情况，洪水一般的漲落时間等。

乙、測出洪水痕迹处的縱横断面，若洪水痕迹明显时，应測出洪水水面比降。必須注意：选擇的洪水断面应在河道較平直的地区，不要因河道轉弯或涌水等現象，影响了洪水位的准确。

丙、調查洪水断面处的河道及被淹河灘的被复特征，以确定造率。

六、淹沒迁移及社会經济調查

1.对水庫容积以內的房屋，田地，以及坟墓和較大的树木等，都必須調查清楚作为計算賠償及政府考虑适当安排的依据。

2.灌区原有的水利設施，水庫修建后，应如何与原有水利設施配合。灌漑的面积，土質，农作物种类，灌漑后的产量增加情况，蓄水后是否可以改种其他作物，在需水季节、旱期的長短，当地的灌漑方法及灌水定額等，以供給計算蓄水量及經济效益时应用。

3.灌区社会經济情况：包括了解灌区范圍內的农业社多少，人口、劳力及畜力等，以便考虑施工安排。

4.了解各种建筑材料来源及当地交通运輸情况和各种材料單价等。

七、流域被复情况

調查流域被复情况，主要是給將来估算洪水量时采用徑流系数供給可靠的資料。較大的流域面积內还应分別調查出各种不同的被复，如山坡是否陡峻，林木生長情况等等。

結合被复調查，应在流域內了解現有的水土流失程度，由于水土流失將直接影响到水庫的使用年限，因而較大的水庫，必須要同时考虑流域內的水土保持工作。

第二章 規划設計

一、庫容的决定

1.决定死容积：一般水庫必須考虑下列問題来决定死庫容的大小。

甲、在含沙量大的河流，为了不使泥沙很快淤积庫容，而使水庫丧失或减少效用，应当留足够的死庫容。

乙、在气候較冷的地区，死庫容水深应大于冰冻水深。在坝前有舖盖的水庫，应考虑在冬季水庫放空时，不能使舖盖土壤冻結，发生裂縫。

丙、死庫容的水面就是將来放水涵管底的高度，因此我們还必須考虑所留死庫容深度，要能使全灌区都可以自流灌溉。

丁、考虑养魚养鴨等副业，庫內应留一定的水深。

2.蒸发滲漏：水庫中水量的主要損失是水庫水面蒸发及坝身与庫床的滲漏。蒸发一般是以一定时間內的蒸发深度来表示，然后再乘以該时間的水庫水面面积，换算成体积。滲漏因計算比較困难，小型水庫一般多采用估計的方法，茲將蒸发和滲漏、損失的計算方法分別写在下面：

甲、蒸发損失：蒸发損失的确定，是根据水庫附近的水文站或气象站的資料为依据的，在水庫蒸发損失計算中，采用多年記录中的最大年蒸发量。若观測蒸发量的蒸发皿口徑在0.75公尺左右者，应將实际观測資料乘以改正系数0.75，这是因为小蒸发皿的蒸发量比水庫庫面实际蒸发量大的緣故，若蒸发皿大于3公尺者，則无須修正。

求出年的庫面实际蒸发量后，便可用下面的公式估算，求

出全年的总蒸发体积。

$$V_{蒸}=\frac{E}{1,000}\times\frac{A_1+A_2}{2}$$

式中 $V_{蒸}$——年蒸发損失体积（立方公尺）；

E——年蒸发量（公厘）；

A_1——水庫充滿时的水面面积（平方公尺）；

A_2——死庫容水面面积（平方公尺）。

在沒有資料的情况下，可以参閱表 2-1 查出年蒸发量。

表2-1

地　区	未改正的蒸发量(公厘)
陝北地区	1519
关中地区	1137
商雒地区	996
安康地区	929
陝南地区	666

乙、滲漏損失：滲漏主要是通过坝身，通过坝底或繞越坝的兩端到坝下游滲出，或通过庫床滲入地下的透水层向离开水庫的方向等几种情况，而后兩种最为严重。在水庫地質条件不够好时，必須采取下列有效措施以减少滲漏損失。

第一：在庫底上舖盖防漏层，如用三合土或粘土等。

第二：如果庫床的縫隙不太多或不太寬时，可將石层縫隙用水泥或粘土漿灌入封住。滲漏損失采用表 2-2 估計。

3.灌溉需水：需水量的决定应以消灭普通旱灾为計算的依据，就是要在一般天旱的时期內，保証作物生長需要的水量，旱天过后，降雨会使水庫繼續蓄水，以保証田地的随时灌溉，因此我們应当按照当地的最不利的情况(旱天最長的时期)来考虑。

表2-2

地質情况	全年損失
良 好	0.5M或5～10%
中 等	0.5～1.0M或10～20%
不 好	1.0～2.0M或20-40%

注：表內的深度是指蓄前蓄水深。

表內的%是以占水庫容积的百分比計。

前面的勘測調查中已經談到，在修建水庫时，应調查灌区的一般干旱天数，每次灌水深度及能維持的时間，根据这个数字，就可以求出每亩地的一次灌水量，再乘上保証抗旱的天数內的灌溉次数，就可以得出一亩地在抗旱天数內的共計需水量，然后再乘上灌溉面积，就得出总的灌溉需水量。

灌区需水量＝灌溉面积（亩）×每亩每次需水量×$\frac{\text{抗旱天数}}{\text{一次灌水維持天数}}$。

若在兴修水庫后，要將旱地改种水稻，那就必須考虑到維持一季水稻所必要的水量，若用理論計算，非常繁复，因为它关系到每日水庫的来水量与灌区需水量。所以我們建議，采取以每亩300公方需水量計算。其灌溉需水量就应是灌溉面积乘以每亩需水量300公方。

渠道的滲漏损失，黃土地区一般采用灌区需水量的30%估算。采用时可参考土質、渠道長度等因素，予以提高或降低。

4.庫容計算： 庫容包括兩个部分，一是死庫容，一是有效蓄水量。

有效蓄水量是由死庫容水面（涵洞底）到有效庫容水面之間的水庫容积。它是灌区需水量、渠道损失、庫內蒸发、滲漏损失的总和。

我們先根据灌溉面积及作物需水情况計算出灌区需水量，求出渠道损失。再根据灌区需水量在水位庫容曲綫上查出在死庫容水位以上应有的高度，然后再求出其水面面积，就可以計算蒸发损失。按死庫容与灌区需水量的总和乘以滲漏百分比，求出滲漏损失量，最后总加起来，就是有效蓄水量。

小的水庫，渠道及水庫蒸发滲漏损失水量，可采用灌区需水量的20%計算。

有效蓄水量＝灌区需水量＋灌区需水量×0.20。

为了便利从水庫容量决定灌溉面积，現介紹表2-3以供参考查用。

二、坝型选擇及坝基处理

1.坝型种类与选擇 坝的类型很多，按建筑材料分类，有土坝、混凝土坝、堆石坝、圬工坝等多种。小型水庫的坝宜采用土料或土石混合筑成，因为土坝可就地取材，施工也較易，花錢較少。

土坝亦有多种——如匀質坝、心牆坝、斜牆坝、土石混合坝等四种。坝型应根据当地土壤种类及数量来选擇，現把它分別介紹如下：

甲、匀質坝：若土坝是用一种土料筑成的，叫均質土坝。均質土坝坝身要具有足够的不透水性，建筑坝的最佳土壤应是粘壤土，其中含沙量在50—70%，含粘土量在50—30%之間为最好。如含沙量过多則易于滲漏，含沙过少的粘土遇水容易滑塌，乾时容易裂縫，在当地如有足够的沙子和粘土时，亦可适量的配合用来建筑均質土坝，見图2-1。坝高在10公尺以

表2-3

有效	灌溉	亩	数		有效	灌溉	亩	数	
	稻	田	水	澆 地		稻	田	水	澆 地
蓄水量	抗旱三十天	以每亩300公方計	用水一次	用水二次	蓄水量	抗旱三十天	以每亩300公方計	用水一次	用水二次
2,000	8.0	5.0	53.0	26.5	52,000	208	138	1385	692.5
4,000	16.0	10.5	106.5	53.0	54,000	216	143	1438	719.0
6,000	24.0	16.0	160.0	80.0	56,000	224	148	1491	745.5
8,000	32.0	21.0	213.0	106.5	58,000	232	154	1545	772.5
10,000	40.0	26.5	266.0	133.0	60,000	240	159	1598	799
12,000	48.0	32.0	320	160	62,000	248	165	1652	825.5
14,000	56.0	37.0	373	186.5	64,000	256	170.5	1706	853
16,000	64.0	42.5	426	213.0	66,000	264	176	1760	880
18,000	72.0	48.0	480	240	68,000	272	181	1813	906.5
20,000	80.0	53.0	533	266.5	70,000	280	186.5	1867	933
22,000	88.0	58.5	586.0	293	72,000	288	192.0	1920	960
24,000	96.0	63.5	639	319.5	74,000	296	197	1973	986.5
26,000	104.0	68.5	692.0	346	76,000	304	202.5	2027	1013
28,000	112	74.5	747	373	78,000	312	207.5	2080	1040
30,000	120	79.5	800	400	80,000	320	213	2134	1067
32,000	128	85.0	853	426.5	82,000	328	218.5	2187	1093.5
34,000	136.0	91.0	907	453.5	84,000	336	224	2240	1120
36,000	144	96.0	960	480	86,000	344	229	2293	1147
38,000	152	101.0	1013	506.5	88,000	352	235	2346	1173
40,000	160	106	1066	533	90,000	360	240	2400	1200
42,000	168	111	1119	560	92,000	368	245	2453	1227
44,000	176	117	1172	586	94,000	376	251	2506	1253
46,000	184	122	1225	612.5	96,000	384	256	2560	1280
48,000	192	127	1278	639	98,000	392	261	2613	1307
50,000	200	133	1332	666	100,000	400	267	2667	1334

注：① 有效蓄水量單位是公方，灌溉亩数單位是市亩。② 渠道損失，水庫蒸发滲漏按有效蓄水量的20%計算。
③ 表中水稻抗旱30天是以每亩需水 200 方計。水澆地每次用水灌水定額是30公方/亩。

下者迎水坡可不砌护坡，可用砂及卵石舖0.3—0.5公尺的护面。

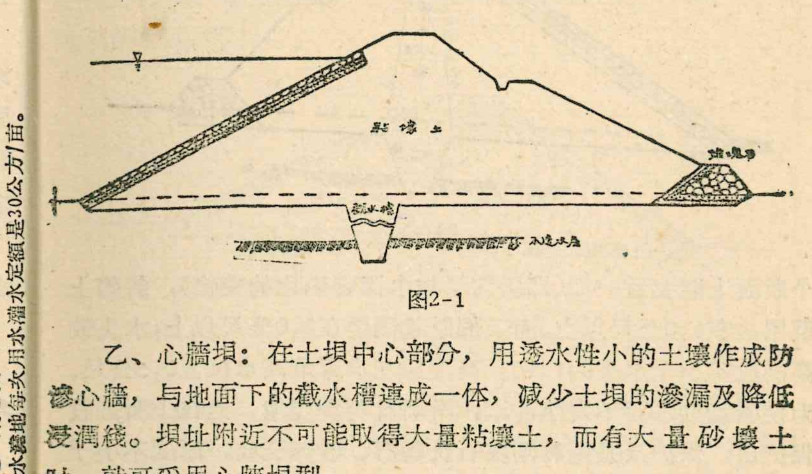


图2-1

乙、心牆壩：在土壩中心部分，用透水性小的土壤作成防滲心牆，与地面下的截水槽連成一体，减少土壩的滲漏及降低浸潤綫。壩址附近不可能取得大量粘壤土，而有大量砂壤土时，就可采用心牆壩型。

用粘壤土作为心牆，分层壔土，应仔細夯实，靠近心牆的部分，用較細密的土壤，离心牆越远，就可用透水性較大的土壤。在下游，若土料很缺时，亦可用砂、礫石等壔筑。

心牆的位置在壩的中心或略偏于上游，但高度不应超出壩頂，心牆的外形是梯形断面，頂寬不应小于0.8—1.0公尺，下部不应小于水头的1/10，頂部要高出最高水位0.5公尺，心牆頂至壩頂，应不小于冰冻厚度，截水槽上的坡面，在6:1～10:1之間(图2-2)，壩低时可以不砌块石护坡。

丙、斜牆壩：如果壩基的不透水层很深，为了不致开挖很深的截水槽，可采用帶有护底的斜牆壩，来代替心牆壩，以减少壩下滲漏。在紧靠斜牆下面的地方，用透水性較小的土料壔筑，离斜牆远处，則可采用透水性較大的土料。粘土或壤土斜牆，应按其高度逐漸向下加厚，使水深与斜牆厚度的比値在各

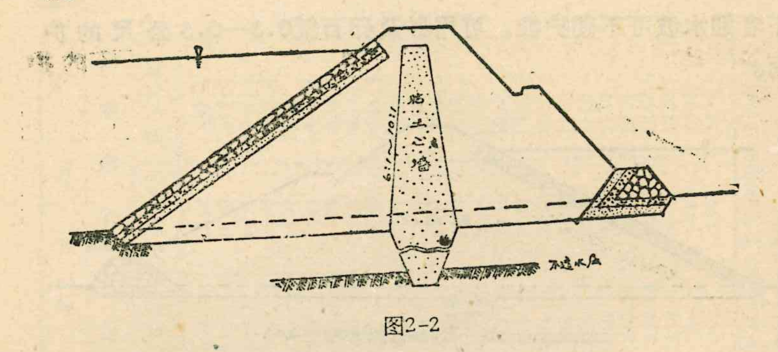


图2-2

个断面上能大致一样(即斜墙厚与水深成正比的变化)，斜墙上部厚应在1.0公尺以上，而下部厚起碼要在2.0公尺以上，水头較高的应不小于水头的1/10。高度应在水庫最高水位上0.5公尺。为使斜牆迎水面不发生冲刷，滑坍及乾裂現象，应在上面舖設保护层，保护层是用乾砌块石及礫石、砂等筑成，厚度不小于0.5—0.8公尺，或用單磚舖砌較为經济，斜牆頂上的保护层，亦不应小于冰冻厚度。通常斜牆下部用截水牆与护底舖盖相接(图2-3)。

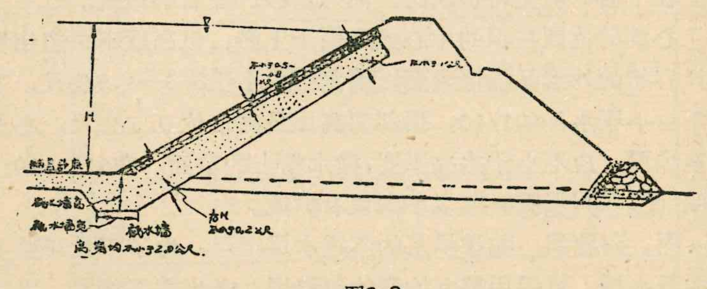


图2-3

丁、土石混合坝：在土料少而石料多的地区，基础为岩层，或比較坚实在承受荷載后不会发生显著的沉陷者，就可以采取土石混合坝。断面的構造是把透水性小的土料放在近水部分，坝低时可以不砌块不护坡。石料放在背水的部分，土石料相接的地方，作倒濾层，以免滲水將迎水部分的土料帶走，影响坝的安全(图2-4)。

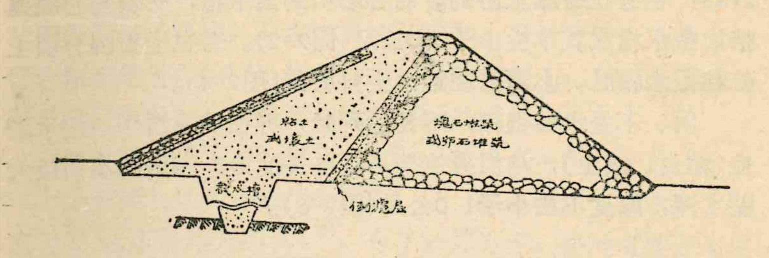


图2-4

2.坝基处理 土坝基础的好坏，直接关系到土坝的安全，因为不良基础所产生的大量滲漏，不但損耗庫容水量，且有使土坝崩坍的危險。基础处理的好坏，是保証水庫蓄水的关鍵，大致可分为三种情况：

甲、不透水层距地面很淺时，可將透水层全部清除，使土坝直接筑在不透水层上。土坝与石基础的連接应在石基上砌筑向上伸出的齿牆，用混凝土或水泥沙漿砌块石修筑(图2-5甲)。如果坝基是土質基础，应在坝基上开挖溝槽把坝体土料填筑入内(图2-5乙)。齿牆或溝槽的周边总長，可按原来坝底总長度的5%計算。

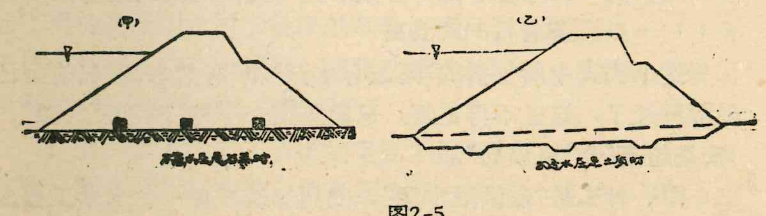


图2-5

乙、不透水层位于10公尺以內时，可作截水槽，直达不透水层下最少0.5公尺处。均質土坝截水槽位置有在中間的(图2-1)，也有在略靠上游的。而心牆坝的截水槽，必須与心牆連接，截水槽底寬不应小于2.0公尺(图2-2)。若在土石混合坝上修建截水槽时，必須修在迎水土料底部(图2-4)。

丙、不透水层很深，不易达到时，可在坝上游作不透水舖盖(粘土、壤土)，与坝身連接，舖盖長度为3—5倍的坝前最大蓄水深，厚度不应小于1.0公尺(图2-6)。

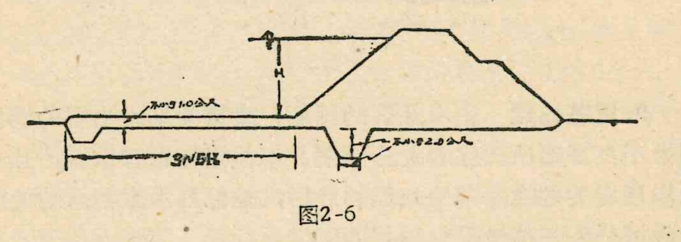


图2-6

若坝前舖盖与斜牆坝的斜牆或土石混合坝的土料部分連接时，应加設截水牆(参閱图2-3)。

三、土 坝 設 計

1.坝高的決定 水庫土坝的高度是由"死庫容水深""有效水深""溢洪道过水深"，"安全超高"和风浪高決定的。即：

土坝高＝死庫容水深＋有效水深＋溢洪道最大过水深＋安全超高＋风浪高

这个公式中所包括的"死庫容水深"和"有效水深"在前面已經解釋过了，这里不再重复，只簡單談一下"溢洪道过水深"、"安全超高"和"风浪高"。

甲、什么叫"溢洪道水深"，我們知道，每一个水庫工程为了泄溢庫內多余水量，以保証土坝的安全，必須修建溢洪道，在溢洪时，溢洪道的过水深度叫"溢洪道水深"。关于溢洪道水深怎样确定，留在以后再講。

乙、风浪高：对于小型水庫，蓄水深在7.0公尺以下的坝，我們計算风浪高度，只考虑风速的影响；若对于較大的水庫，蓄水深度超过7.0公尺，因坝至对面的距离很大，所以我們就必須考虑这个影响。风浪高可根据下式計算：

对水深小于7.0公尺的水庫　　风浪高＝0.73×风速

对水深大于7.0公尺的水庫　　风浪高＝0.208×(风速)$^{5/4}$×(庫面最大距离)$^{1/3}$，为了計算方便，各地可按照当地最大风速和水庫庫面最大距离，采取表2-4数值。

丙、安全超高：安全超高就是說土坝高度除了庫內水深，溢洪道水深和波浪高外，还应再高些，以保証安全。安全超高可参考表2-5：

表2-5　　安全超高数值

壩高	10公尺以下	10～15公尺	15～20公尺
安全超高	0.5公尺	0.75公尺	1.0公尺

2.土坝的沉陷高 土坝壙土，虽然在施工中我們要严格要求达到一定的夯实标准，但在坝壙好以后，仍难免要发生沉陷。所以在土坝設計时必須考虑沉陷問題。否則，会因沉陷降低了坝的高度而有洪水漫坝的危險。坝的沉陷問題是一項复杂工作，往往还得經过試驗，实际亦难达到要求。我們建議采用坝高的5%—10%作为沉陷高度。

3.坝頂寬的決定 坝頂的寬度应根据坝的高度来決定，坝越高，則坝頂应該越寬，但高度大于5公尺的应不小于2.0公尺。可参考表2-6。

表2-4

土壩波浪高参考表

风级	坝面最大距离(公里) 风速 公尺/秒	风 浪 高 (公尺) 0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
4	6.70	0.20	0.20	0.25	0.30	0.30	0.30	0.35	0.35
5	9.35	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45
6	12.30	0.40	0.40	0.45	0.50	0.50	0.55	0.60	0.60
7	15.50	0.50	0.50	0.60	0.60	0.70	0.75	0.80	0.80
8	18.95	0.60	0.70	0.75	0.80	0.90	0.90	1.00	1.00
9	22.75	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.15	1.20	1.25

横向續前

风级	壩面最大距离(公里) 风速 公尺/秒	风 浪 高 (公尺) 1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0
4	6.76	0.35	0.40	0.40	0.40	0.45	0.45	0.50
5	9.35	0.45	0.50	0.50	0.50	0.60	0.60	0.65
6	12.30	0.60	0.65	0.65	0.70	0.80	0.80	0.85
7	18.50	0.85	0.85	0.90	0.90	1.00	1.00	1.05
8	18.95	1.10	1.10	1.20	1.20	1.30	1.30	1.35
9	22.75	1.35	1.40	1.45	1.45	1.50	1.50	1.55

說明：①为了取成整数，表列数字按实际計算数字都有所增加。
②风速是按浦福尔氏风速的最大最小平均值。

表2-6　壩頂寬度　單位：公尺

壩高	2—5公尺	5—10公尺	10—15公尺	15—20公尺
壩頂寬	1.5—2.5公尺	3—4 公尺	4—5 公尺	5—6 公尺

有的土坝坝頂还可以作公路，以利交通，这样坝頂寬度就應該按照公路等級确定。数值如表2-7：

表2-7　壩頂兼作公路时的寬道　單位：公尺

公路等級	壩頂寬	备注
四級	7.0	为双車道
五級	5.0	为單車道

4.土坝戧台的选定　高度超过9公尺的土坝，在背水坡須加設戧台，以增加坝身的稳定和减少暴雨水流对坝坡的冲刷。戧台的高和寬可参考表2-8选定。

表2-8

土壩高	9—15公尺	16—20公尺
戧台距壩底高	5—8 公尺	9—12公尺
戧台寬	1.0公尺	1.5公尺

对土石混合坝可不留戧台。

5.土坝边坡的选定　土坝边坡的选定可参照表2-9。高度超过9公尺的土坝外坡，往往戧台以上較陡。

对于土石混合坝，因背水面用石料筑成，所以背水坡可陡些，一般水庫多用1:1到1:1.5。

表2-9　　　　土壩的边坡表

土　壩　高	2—5公尺	6—10公尺	11—15公尺	16—20公尺
內　　坡	1:1.5—1:2	1:2.5—1:3	1:3	1:3
外　　坡	1:1—1:1.5	1:2—1:2.5	1:2—1:2.5	1:2—1:2.5

6.土垻护坡　当水庫修成以后，由于蓄水面积很大，坝的临水坡受风浪冲刷，有被淘空的危險，所以較高的土垻（垻高在10公尺以上）临水坡都必須加护，以保証垻身安全。

甲、块石护坡：土垻护坡的高度应超过庫內最高水位，超过的数字应不小于当地最大风力所引起的风浪高。但也不能小于0.5公尺。护坡方法的选擇主要是因地制宜就地取材，玆介紹簡易方法于后：

在石料多的地区，最好用块石砌护。用的块石大小以不小于30公分为好，單行舖砌，并在块石底下舖設一层厚为15—2(公分的碎石、粗砂如图2-7。

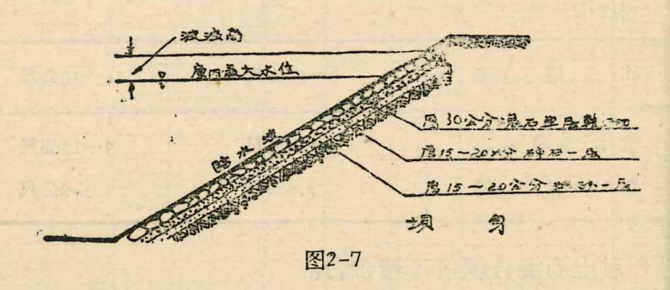


图2-7

乙、梢料护坡：在缺乏石料的地区，如垻高不超过10公尺，可以采用树枝或其他材料护坡較为經济簡單，缺点是耐久性不够。作法可沿临水坡舖設厚度約20—30公分的梢料，并在梢料上面每隔0.5至1.0公尺压一梢梱（粗10公分長約2.0公尺，用柳条梱成），再用木椿釘于垻上（如图2-8）。

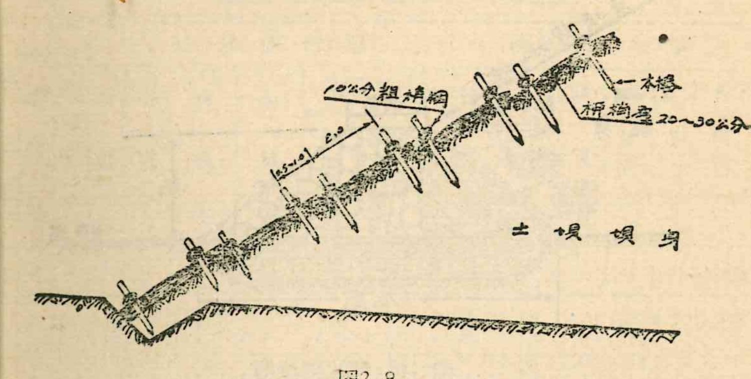


图2-8

7.倒濾垻　水庫土垻是不会一点水也不漏的。当水庫蓄水后，就会慢慢滲水，垻越高，滲水就越大，这种滲水若不設法排出，土垻背水坡最低部分土壤中的水分就会增多，当这些水增加到土壤中再也存不住水的时候，就要流出，随着水的流出，垻坡就可能发生滑塌，这是很危險的，所以6公尺以上的土垻在背水坡脚做有倒濾垻。倒濾垻的作用是排出滲入垻身的水，避免背水坡的滑塌危險。

倒濾垻的式样很多，常用的有棱式（图2-9）和斜臥式（图2-10）兩种，棱式的倒濾垻对增加土垻的稳定和降低浸潤綫都有較好的作用，只是用石料很多，适合于石料丰富的地方。斜臥式倒濾垻最省材料，施工也容易，也能防止垻坡冲刷，但不能降低浸潤綫。

倒濾垻的尺寸如表2-10。

8.附表　为了簡化計算手續，把常用的均質垻，心牆垻、土石混合垻，按不同的垻高制成表2-11、12、13供各地使用。这个表的使用方法很簡單，举例說明如下：

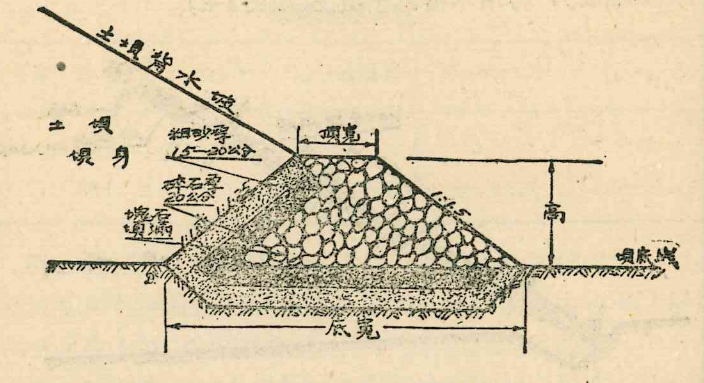


图2-9 棱式倒濾壩

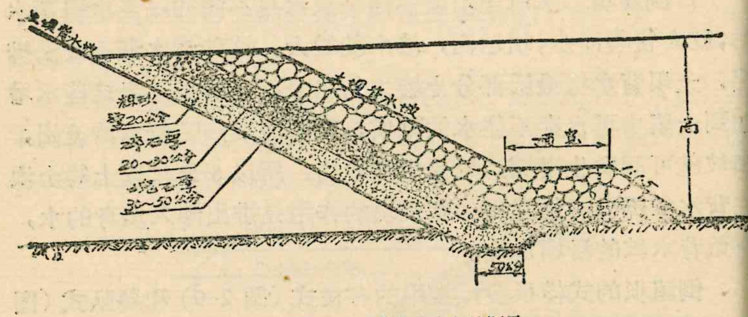


图2-10 斜臥式倒濾壩

例如：某一水庫設計埧高为12公尺，不透水层在地面以

3公尺，按当地土質情况采用均質埧，幷須加設棱式倒濾埧

平均埧長为60公尺。設計埧的断面尺寸和土方量：

解：①土埧設計：从表2-11找到均質埧，当埧高12公

时，在第3欄查得埧頂寬为4.0公尺，第4欄查得埧底寬为

公尺。

根据規定埧高超过9公尺时必須留戧台。由表第6欄查得

表2-10 棱式、斜臥式倒濾壩尺寸、材料表

壩型	土壩高（公尺）	倒濾壩高（公尺）	棱式倒濾壩							斜臥式倒濾壩						
			頂寬（公尺）	底寬（公尺）	外坡比	內坡比	每公尺材料			砂層厚度（公分）	碎石厚度（公分）	块石厚度（公分）	頂寬（公尺）	每公尺材料		
							块石（公方）	碎石（公方）	粗砂（公方）					块石（公方）	碎石（公方）	粗砂（公方）
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
均質壩	6	1.4	1.0	4.5	1:1.5	1:1	3.08	1.00	1.28	20	20	30	1.0	1.08	0.92	0.91
	7	1.6	1.0	5.0	1:1.5	1:1	3.97	1.24	1.44	20	20	30	1.0	1.22	1.02	1.01
	8	1.8	1.0	5.5	1:1.5	1:1	4.68	1.36	1.56	20	20	30	1.0	1.36	1.10	1.09
	9	1.8	1.0	5.5	1:1.5	1:1	4.68	1.36	1.56	20	20	30	1.0	1.36	1.10	1.09
	10	2.0	1.0	6.0	1:1.5	1:1	5.43	1.54	1.76	20	20	30	1.0	1.50	1.18	1.17
	11	2.1	1.0	6.25	1:1.5	1:1	6.10	1.60	1.84	20	20	40	1.5	2.32	1.36	1.22
	12	2.2	1.0	6.5	1:1.5	1:1	6.98	1.72	1.92	20	20	40	1.5	2.40	1.41	1.27
	13	2.2	1.0	6.5	1:1.5	1:1	6.98	1.72	1.92	20	20	40	1.5	2.56	1.56	1.47
	14	2.3	1.2	7.53	1:1.5	1:1.25	8.59	1.99	2.22	20	30	40	1.5	[illegible].68	2.46	1.53
	15	2.5	1.2	8.08	1:1.5	1:1.25	9.85	2.13	2.40	20	30	40	1.5	2.92	2.62	1.63
	16	2.5	1.2	8.08	1:1.5	1:1.25	9.85	2.13	2.40	20	30	50	1.5	3.62	2.67	1.63
	17	2.6	1.2	8.35	1:1.5	1:1.25	10.62	2.24	2.50	20	30	50	1.5	3.74	2.7	1.69
	18	2.8	1.5	9.20	1:1.5	1:1.25	13.10	2.50	2.70	20	30	50	1.5	3.98	2.91	1.79
	19	2.9	1.5	9.48	1:1.5	1:1.25	13.87	2.58	2.78	20	30	50	1.5	4.10	2.99	1.84
	20	3.0	1.5	9.75	1:1.5	1:1.25	14.92	2.66	2.80	20	30	50	1.5	4.22	3.07	1.89
心牆壩	6	1.0	1.0	3.5	1:1.5	1:1	1.77	0.78	0.94	20	20	30	1.0	0.81	0.12	0.72
	7	1.1	1.0	3.75	1:1.5	1:1	2.09	0.88	1.04	20	20	30	1.0	0.87	0.77	0.77
	8	1.2	1.0	4.0	1:1.5	1:1	2.30	0.91	1.12	20	20	30	1.0	0.93	0.82	0.82
	9	1.4	1.0	4.5	1:1.5	1:1	2.97	1.02	1.30	20	20	30	1.0	1.05	0.92	0.92
	10	1.6	1.0	5.0	1:1.5	1:1	3.84	1.24	1.42	20	20	30	1.0	1.17	1.02	1.02
	11	1.7	1.0	5.25	1:1.5	1:1	4.25	1.30	1.48	20	20	30	1.0	1.30	1.15	1.12
	12	1.8	1.0	5.5	1:1.5	1:1	4.68	1.36	1.56	20	20	30	1.0	1.45	1.21	1.22
	13	1.9	1.0	5.75	1:1.5	1:1	5.13	1.46	1.64	20	20	30	1.0	1.60	1.41	1.30
	14	2.0	1.0	6.5	1:1.5	1:1.25	6.28	1.72	1.90	20	20	30	1.0	1.74	1.46	1.38
	15	2.1	1.0	6.78	1:1.5	1:1.25	7.00	1.80	2.02	20	20	40	1.5	2.46	1.51	1.43
	16	2.2	1.0	7.05	1:1.5	1:1.25	7.55	1.88	2.06	20	20	40	1.5	2.66	1.56	1.48
	17	2.3	1.2	7.53	1:1.5	1:1.25	8.89	1.98	2.20	20	30	40	1.5	2.76	2.51	1.51
	18	2.4	1.2	7.8	1:1.5	1:1.25	9.42	2.10	2.30	20	30	40	1.5	2.86	2.59	1.57
	19	2.5	1.2	8.08	1:1.5	1:1.25	10.03	2.20	2.40	20	30	40	1.5	3.01	2.67	1.63
	20	2.5	1.2	8.08	1:1.5	1:1.25	10.03	2.20	2.40	20	30	40	1.5	3.16	2.75	1.69
說明	①該表所有与土壩有关的数据請参照表2-11,12所列尺寸。 ②菱柱式倒濾壩的材料：粗砂和碎石是以20公分厚計算所得。															

台距坝底高为7.0公尺，第5欄查得戗台頂寬为1.0公尺，第7欄查得临水坡比为1:2.5，第8、9兩欄查得背水坡比为1:2。

由已知条件，因不透水层在地面以下3公尺，截水牆采用底寬为2.0公尺，边水坡为1:1。

②倒濾坝設計：从表2-10中，当均質土坝高为12.0公尺时，在第3欄中查得倒濾坝高为2.2公尺，第4欄中查得倒濾坝頂寬为1.0公尺，第5欄查得倒濾坝底寬为6.5公尺，第6欄查得倒濾坝外坡比为1:1.5，第7欄查得倒濾坝內坡比为1:1。

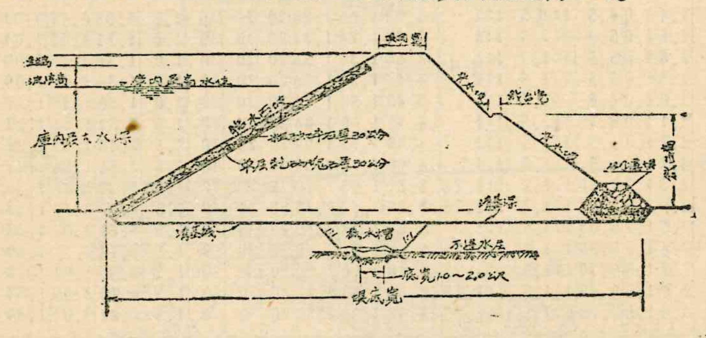


图2-11 均質土壩断面

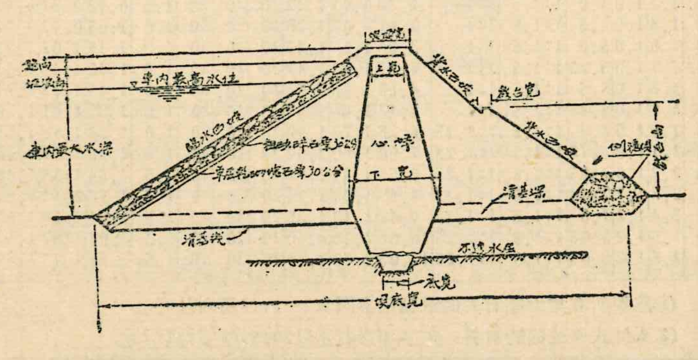


图2-12 心牆土壩断面

表2-11 均質壩各部尺寸表

壩高(公尺)	庫內最大水深(公尺)	壩頂寬(公尺)	壩底寬(公尺)	戗台：戗台頂寬(公尺)	戗台：戗台距地面高(公尺)	临水面坡比 豎：横	背水面坡比：戗台以上 豎：横	背水面坡比：戗台以下 豎：横	每公尺土方量(公方)	每公尺护坡材料：粗砂(公方)	每公尺护坡材料：碎石(公方)	每公尺护坡材料：块石(公方)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3	2.5	2.0	11.0			1:1.5	1:1.5		19.5			
4	3.5	2.5	16.5			1:2.0	1:1.5		38.0			
5	4.5	2.5	22.5			1:2.0	1:2		62.5			
6	5.0	3.0	27.0			1:2.0	1:2		88.64	2.96	2.96	4.44
7	6.0	3.6	31.6			1:2.0	1:2		119.05	3.50	3.50	5.25
8	7.0	3.6	35.6			1:2.0	1:2		172.21	4.74	4.74	7.11
9	8.0	3.6	40.6	1.0	5.0	1:2.0	1:2	1:2	221.10	5.37	5.37	8.06
10	9.0	3.6	49.6	1.0	5.5	1:2.5	1:2	1:2	270.49	6.00	6.00	9.01
11	10.0	4.0	52.5	1.0	6.0	1:2.5	1:2	1:2	329.27	6.64	6.64	9.95
12	11.0	4.0	59.0	1.0	7.0	1:2.5	1:2	1:2	389.56	7.27	7.27	10.90
13	12.0	4.0	70.0	1.0	7.0	1:2.5	1:2	1:2.5	466.15	7.90	7.90	11.85
14	13.0	4.0	79.0	1.0	8.0	1:3	1:2	1:2.5	540.14	8.53	8.53	12.80
15	14.0	4.0	84.5	1.0	9.0	1:3	1:2	1:2.5	619.73	9.16	9.16	13.75
16	14.5	5.0	91.5	1.5	10.0	1:3	1:2	1:2.5	726.82	9.48	9.48	14.22
17	15.5	5.0	96.5	1.5	10.0	1:3	1:2	1:2.5	812.11	10.11	10.11	15.17
18	16.5	5.0	102.5	1.5	11.0	1:3	1:2	1:2.5	909.20	10.74	10.74	16.12
19	17.5	5.0	107.5	1.5	12.0	1:3	1:2	1:2.5	1,011.70	11.38	11.38	17.06
20	18.5	5.0	112.5	1.5	12.0	1:3	1:2	1:2.5	1,111.97	12.01	12.01	18.01

表2-12 心牆壩各部尺寸表

壩高（公尺）	庫內最大水深（公尺）	壩頂寬（公尺）	壩底寬（公尺）	戧台 戧頂寬（公尺）	戧台 台距地面高（公尺）	臨水面坡比 豎：横	背水面坡比 戧台以上 豎：横	背水面坡比 戧台以下 豎：横	每公尺土方量（公方）	心牆 牆高（公尺）	心牆 上寬（公尺）	心牆 下寬（公尺）	心牆 底寬（公尺）	心牆 每公尺土方量（公方）
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	2.5	2.0	11.0			1:1.5		1:1.5	16.80	2.5	1.0	1.8	1.0	7.70
4	3.5	2.5	16.5			1:2		1:1.5	32.4	3.5	1.0	2.2	1.0	10.40
5	4.5	2.5	22.5			1:2		1:2	54.62	4.5	1.0	2.5	1.1	13.28
6	5.0	3.0	27.0			1:2.0		1:2	77.64	5.5	1.0	3.0	1.1	17.5
7	6.0	3.0	31.6			1:2.0		1:2	105.07	6.5	1.0	3.3	1.2	20.73
8	7.0	3.6	35.6			1:2.0		1:2	154.73	7.5	1.0	3.5	1.2	23.93
9	8.0	3.6	40.6	1.0	5.0	1:2.0	1:2	1:2	200.17	8.5	1.0	3.9	1.2	28.48
10	9.0	3.6	49.6	1.0	5.5	1:2.5	1:2	1:2	245.79	9.5	1.0	4.2	1.3	32.95
11	10.0	4.0	52.5	1.0	6.0	1:2.5	1:2	1:2	300.39	10.5	1.0	4.5	1.4	37.73
12	11.0	4.0	59.0	1.0	7.0	1:2.5	1:2	1:2	355.63	11.5	1.0	4.9	1.5	43.53
13	12.0	4.0	70.0	1.0	7.0	1:2.5	1:2	1:2.5	426.15	12.5	1.1	5.3	1.6	50.35
14	13.0	4.0	79.0	1.0	8.0	1:3	1:2	1:2.5	497.24	13.0	1.1	5.5	1.7	53.70
15	14.0	4.0	84.5	1.0	9.0	1:3	1:2	1:2.5	571.43	14.0	1.1	5.8	1.8	59.70
16	14.5	5.0	91.5	1.5	10.0	1:3	1:2	1:2.5	671.32	15.0	1.2	6.2	2.0	67.80
17	15.5	5.0	96.5	1.5	10.0	1:3	1:2	1:2.5	750.51	16.0	1.2	6.5	2.0	74.35
18	16.5	5.0	102.0	1.5	11.0	1:3	1:2	1:2.5	830.35	17.0	1.2	6.9	2.0	82.20
19	17.5	5.0	107.5	1.5	12.0	1:3	1:2	1:2.5	936.08	18.0	1.2	7.2	2.0	89.40
20	18.5	5.0	112.5	1.5	12.0	1:3	1:2	1:2.5	1629.32	19.0	1.2	7.5	2.0	96.90

說明：①每公尺心牆土方以不透水层位于地下3.0公尺計算。
②土方量中不包括心牆方数。
③护坡方数同表2-11。
④土方量不包括清基部分。

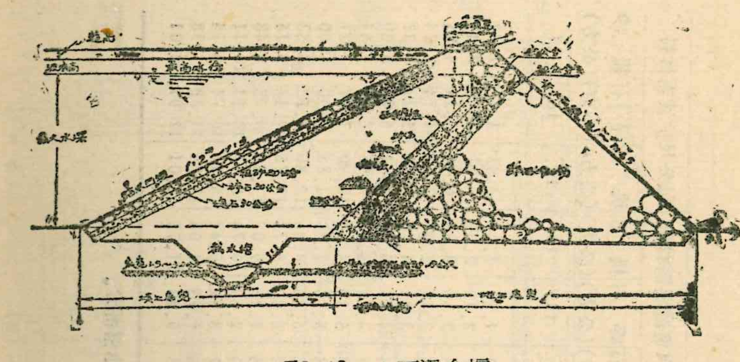


图2-13 土石混合壩

四、放水工程

水庫放水工程的类型很多，根据我省情况，常采用的是臥管涵洞和立管涵洞兩种。下面分別加以介紹：

1.臥管：臥管与涵洞的結合布置如图2-14甲。

甲、結構及种类：臥管有斜管式及阶級式兩种，斜管式臥管是用条石、混凝土或其他材料（象木材、竹料）做成的方形或圓形管子，隔一定距离开一放水孔。阶級式（如图2-14乙）是

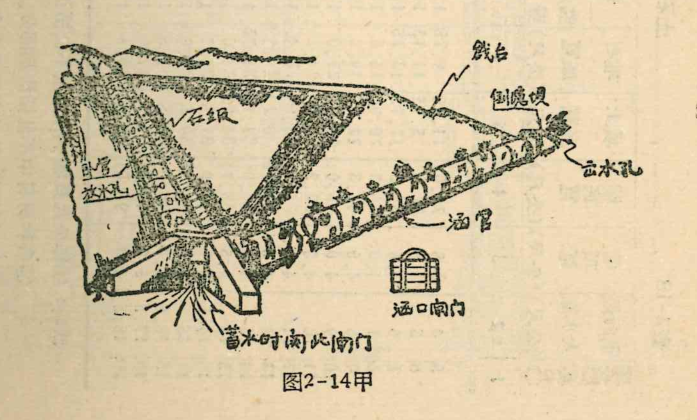


图2-14甲

表2-13

土石混合壩各部尺寸及每公尺材料表

壩高(公尺)	庫內最大水深(公尺)	壩頂寬(公尺)	壩底寬(公尺)	填土底寬(公尺)	堆石底寬(公尺)	边坡 临水面 竪:横	边坡 背水面 竪:横	截水槽 底寬(公尺)	每公尺長壩需土石 土方(公方)	每公尺長壩需土石 石方(公方)	每公尺倒濾层需材料 块石(公方)	每公尺倒濾层需材料 碎石(公方)	每公尺倒濾层需材料 粗砂(公方)	每公尺护坡需材料 块石(公方)	每公尺护坡需材料 碎石(公方)	每公尺护坡需材料 粗砂(公方)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	4	3.5	21.0	11.25	9.75	1:2	1:1	1.0	27.03	20.50	1.59	1.59	2.01	3.63	2.42	2.42
6	5	3.5	27.5	15.75	11.75	1:2	1:1	1.5	44.33	29.57	2.12	2.12	2.69	5.21	3.48	3.48
7	6	3.5	31.5	17.75	13.75	1:2	1:1	1.5	58.87	40.59	2.65	2.65	3.36	6.16	4.11	4.11
8	7	4.0	36.0	20.00	16.0	1:2	1:1	1.5	77.41	55.61	3.18	3.18	4.03	7.11	4.74	4.74
9	8	4.0	41.8	22.00	19.8	1:2.5	1:1.2	1.5	86.20	78.98	3.71	3.71	4.70	8.05	5.37	5.37
10	9	4.0	46.0	24.0	22.0	1:2.5	1:1.2	1.5	115.99	98.15	4.24	4.24	5.37	9.01	6.00	6.00
11	10	4.0	50.2	26.0	24.2	1:2.5	1:1.2	1.5	139.77	119.52	4.77	4.77	6.04	9.95	6.64	6.64
12	11	4.0	54.4	28.0	26.4	1:2.5	1:1.2	2.0	161.54	143.08	5.30	5.30	6.72	10.90	7.27	7.27
13	12	4.5	59.75	30.25	29.5	1:3	1:1.25	2.0	194.59	176.32	5.83	5.83	7.39	11.85	7.90	7.90
14	13	4.5	64.0	32.25	31.75	1:3	1:1.25	2.0	223.64	205.22	6.36	6.36	8.06	12.80	8.53	8.53
15	14	4.5	68.25	34.25	34.0	1:3	1:1.25	2.0	251.68	236.37	6.89	6.89	8.73	13.75	9.16	9.16
16	14.5	5.0	73.0	37.5	35.5	1:3	1:1.25	2.0	323.57	264.36	7.16	7.16	9.07	14.22	9.48	9.48
17	15.5	5.0	81.5	39.5	42.0	1:3	1:1.5	3.0	339.11	335.69	7.69	7.69	9.74	15.17	10.11	10.11
18	16.5	5.0	86.0	41.5	44.5	1:3	1:1.5	3.0	377.15	377.40	8.22	8.22	10.41	16.12	10.74	10.74
19	17.5	5.0	90.5	43.5	47.0	1:3	1:1.5	3.0	417.18	421.67	8.75	9.75	11.08	17.06	11.38	11.38
20	18.5	5.0	95.0	45.5	49.5	1:3	1:1.5	3.0	469.22	468.44	9.28	9.28	11.75	18.01	12.01	12.01

說明：①每公尺長壩中石方量不包括护坡和倒濾壩石方。土方量中不包括截水槽部分。

②各种材料中不包括清基部分。

③护坡材料以护坡高出最大水位0.5公尺計算。厚度如图示之尺寸。

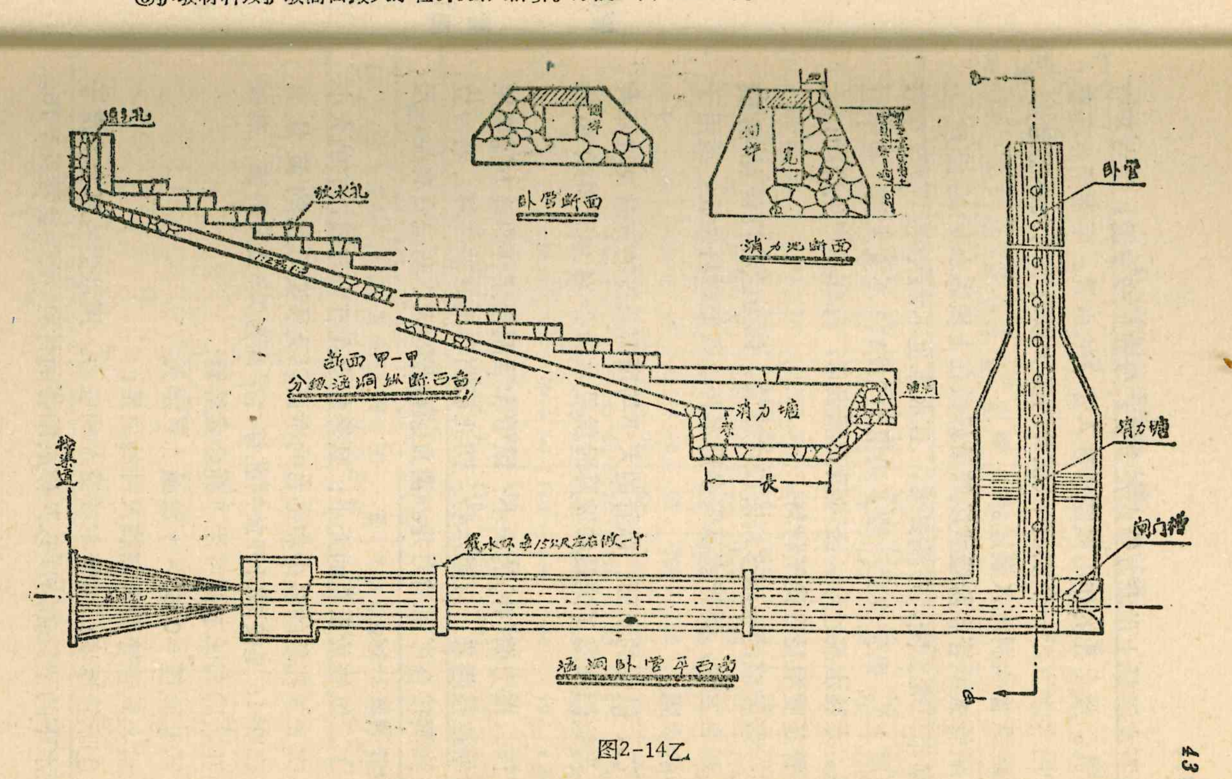


图2-14乙

用条石或混凝土做成方管或長方管，分成很多台級，每台开有放水孔。放水孔的作用是控制进入管中的水量。平常用木塞塞紧，用水时拔开一个或數个(拔开的多少以放水的大小而定)，水便經臥管涵洞流入渠道。

斜管式臥管和阶級式臥管最好做在土壩临水面的山坡上(当兩岸山坡太陡，开挖費事，且水庫也不太大时，还可以修在壩坡上)。臥管坡度一般多采用1:2或1:3不宜太陡，也不宜太緩。太陡水流过急，会冲毁涵洞出口，且容易产生滑动；太緩臥管長度增長浪費了材料。

一般較高的土壩多用阶級式臥管，因为这种設备結構簡單，开启方便，斜管式臥管多用木料或其他材料做成，适用于較小的水庫。

乙、臥管的断面：臥管的大小与所要通过的流量及坡降有关。当我們知道了流量和坡降时就可从表2-14中查得臥管的尺寸。

丙、消力塘(井)的大小：臥管和涵洞相接合的地方需要用消力塘連接起来，以杀水势，防止涵洞和渠道被冲坏，若为立管与涵洞接合可用消力井。消力(塘)井的大小和流量有关，尺寸可参閱表2-14。

丁、臥管放水孔的大小：臥管放水孔有方有圓，它的大小随每次开放孔数的多少和每台的淨高以及所要通过的流量有关。表2-15是按同时开放兩孔每台淨高为0.5公尺計算，若开放的孔数的高低不同可用下列公式計算：

$$圓孔直徑=0.68\times\sqrt{流量}/\sqrt[4]{水头}$$

戊、臥管管壁及側牆尺寸的决定：

①臥管厚度：臥管主要受水的压力，所以它的厚度决定于它在水下的位置和跨度以及構成臥管的材料，数值参考表2-16。

表2-14　臥管断面及消力井(塘)尺寸表

尺寸(公分) / 流量 公方/秒	臥管				消力井			消力塘		
	坡度=1:2		坡度=1:3		井深	井寬	井長	塘深	塘寬	塘長
	圓管直徑	方形管寬×高	圓管直徑	方形管寬×高						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0.02	20	15×15	20	15×15	30	40	100	30	40	100
0.04	20	15×15	20	15×15	30	40	120	40	40	120
0.06	25	20×20	25	20×20	40	50	120	50	50	160
0.08	25	20×20	25	20×20	40	50	140	50	50	180
0.1	30	25×25	27	25×20	50	60	150	50	50	200
0.2	40	35×20	35	30×30	50	75	230	50	50	220
0.3	45	40×35	40	35×35	50	75	230	50	60	240
0.4	50	45×40	45	40×35	60	90	300	50	60	360
0.5		45×45		45×40	70	90	320	70	70	380
0.6		50×50		45×45	80	120	390	80	80	380
0.7		55×50		50×45	85	120	410	80	80	400
0.8		55×55		50×50	90	120	450	80	90	410
0.9		60×60		55×50	90	120	450	80	90	430
1.0		65×60		55×55	90	120	480	85	90	450

表2-15　臥管放水孔孔徑尺寸

流量 公方/秒	方孔每边長(公分)	圓孔直徑(公分)	流量 公方/秒	方孔每边長(公分)	圓孔直徑(公分)
0.02	15	15	0.4	40	35
0.02	15	15	0.5	45	40
0.06	15	25	0.6	50	40
0.05	20	20	0.7	55	45
0.1	20	20	0.8	60	50
0.2	30	25	0.9	60	50
0.3	35	30	1.0	65	55

說明：放水孔是按同时开放兩孔計算，每隔0.5公尺一級，第一孔放水与水面齐平时再开第二孔。

表2-16　　圓形混凝土臥管管壁厚度

水深（公尺） \ 管厚（公分）	管徑（公分）											
	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6
5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7	7
7	5	5	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8
9	5	5	5	5	6	7	7	7	8	8	9	9
11	5	5	5	5	6	7	7	7	8	9	9	10
备注												

表2-17　　方形臥管蓋板厚

水深（公尺）	淨寬0.3公尺		淨寬0.50公尺		淨寬0.80公尺					
	石蓋板厚（公分）	混凝土蓋板厚（公分）	石蓋板厚（公分）	混凝土蓋板厚（公分）	石蓋板厚（公分）	混凝土蓋板厚（公分）	鋼筋混凝土蓋板			
							厚	鋼筋面积	主鋼筋	架筋
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
									φ_9 mm	φ_6 mm
3	9.5	8.0	13.5	11.5	20.5	18.0	12	4.2	15	20
6	13.0	11.0	18.5	16.0	28.5	25.0	15	5.9	10	20
									φ_{12} mm	
9	15.5	13.5	22.5	19.5	35.0	30.5	18	7.2	15	20
12	18.0	15.5	26.0	22.5	40.5	35.0	20	8.3	13	20
15	20.0	17.5	29.0	25.0	45.0	39.0	22	9.3	12	20
18	22.0	19.0	31.5	27.5	49.5	43.0	24	10.1	11	20
20	24.0	21.0	35.0	30.0	54.0	45.0	26	11.0	10	20

②方形臥管側牆尺寸参考表2-18

表2-18　　方形臥管測牆尺寸（公分）

牆高	30	40	50	60	70	80	90	100
頂寬	40	45	50	50	55	60	65	20
底寬	70	85	100	110	125	140	155	170

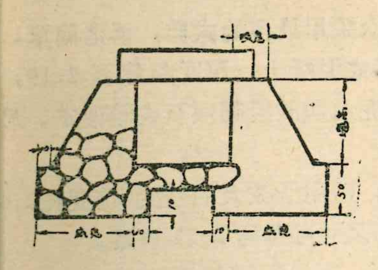


图2-15　方形臥管斷面

2.立管： 立管是用石或磚砌成的立在土壩臨水面底脚部。在立管临水的面隔一定的距离，开有放水孔，使用方法和臥管一样。

这种放水設备也可用木料或竹料做成，結構也很簡單，造价低廉，但开启不易，只能适合于小塘子。

立管放水孔的大小：因这种設备用于小塘，为便利施工計。一般采用和臥管尺寸一样大小。立管与涵洞的結合如图2-16。

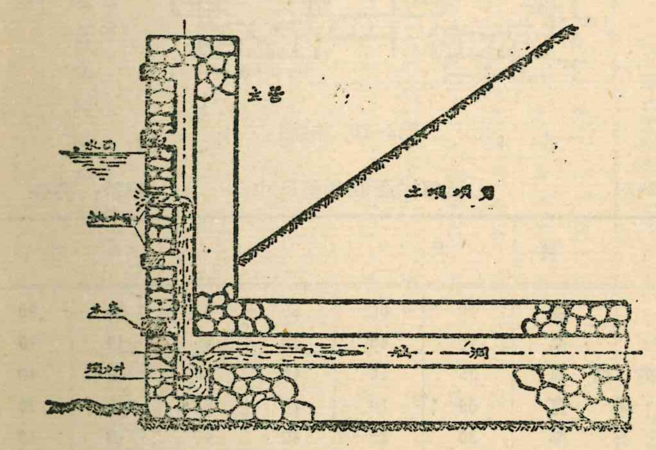


图2-16

3.涵洞： 涵洞是做在坝身下面的洞子，水通过它流入渠道。

甲、涵洞的种类和尺寸：

①方形涵洞：这是一种羣众采用最多的式样，構造簡單，如表 2-20 附图，盖板采用条石或混凝土，厚度参考 表 2-19，側牆用1:2白灰砂漿或1:2:9水泥白灰砂漿砌块石或磚做成，尺寸可参考表2-20（書末插頁）。

②磚石拱涵洞（图 2-18），适用于較大的跨度（跨度在0.公尺以上）和較高的填土，各部尺寸可参考 2-21 决定。

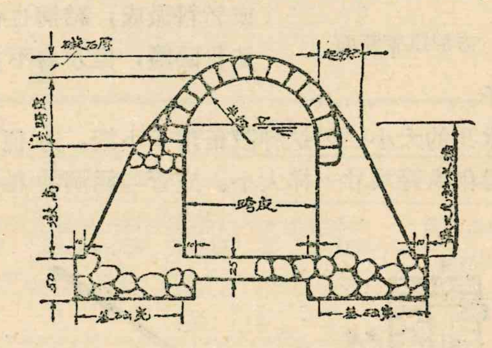


图2-18 拱涵

表2-21 石磚拱涵洞各部尺寸 單位：公分

項目	尺					寸
跨度	40	50	60	70	80	90
墩高	45	60	70	80	80	90
起拱面寬	35	40	40	40	40	40
基础寬	60	70	70	80	80	90
礦石厚	30	35	40	40	40	40
最大允許过水深	50	70	80	85	90	105

③涵管：一般常用的是瓦管（即缸管）和混凝土管兩种：瓦管不能适用填土很高的土坝，若坝太高（一般在 7.0 公尺以上建議采用混凝土管。瓦管的管徑不宜太大（一般应在45分以

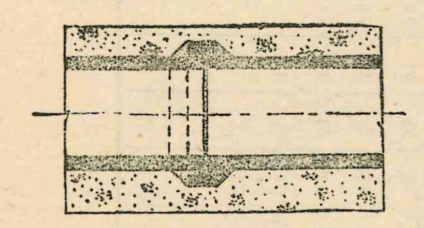
表2-19 方形涵洞盖板厚度表

跨度（公分）	30		40		50		60		70		80		90		100	
填土高（公尺）、材料	条石	混凝土	条石	混凝土	条石	混凝土	条石	混凝土	条石	混凝土	条石	混凝土	条石	混凝土	条石	混凝土
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3	12	10.5	15	13	17.5	15	20	17.5	23.0	20	25	22	28.5	21.5	31.0	27.0
5	15.5	13.5	19	16.5	22.5	19.5	26	22.5	29.5	25.5	33	23.5	36.5	37.5	40.0	34.5
8	20	17	24	21	28.5	24.5	32	28.5	37.0	32.5	41.5	36	46.0	40.0		43.5
14	23	20	28	24.5	38.5	29.0	38.5	33.5	43.5	38.0		42				
14	26	22.5	32	27.5	37.5	32.5	43.5	37.5		43.0						
17	29	25	35	30.5	41.5	36		41.5								
20	31	27	38	33		39										

說明：混混土的标号是140号（若用400号水泥时体积比为1:2:4）。

下)，若流量很大时，可采用兩排管子放水。

瓦管不能單独使用，必須在管外圈包一层石灰三合土，如图2-19所示，石灰三合土的厚度決定于管子的大小如表2-22。



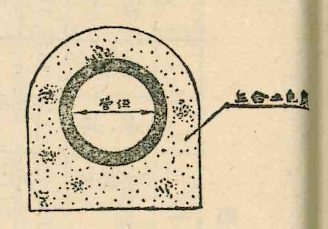


图2-19 瓦管放水涵洞

表2-22 瓦管內徑和三合土包裹厚度对照表

瓦管內徑	1:2:4石灰三合土包裹厚度
15	10
20	15
25	20
30	25
35	30
40	30

混凝土管：它的优点是坚固耐用，漏水很少，适合于較大的管徑和較高的填土，但缺点是消耗水泥多，技术性較高，因此采用还不多。

当管徑在60公分以上时，用混凝土管，管壁很厚，不符合經济的原則，因此建議采用鋼筋混凝土管。混凝土管所需的厚度及鋼筋混凝土管所需的厚度，鋼筋量如表2-23和表2-24。

表2-23 混凝土管尺寸

管內徑(公分) \ 填土高(公尺) / 管壁厚(公分)	5	8	11	14	17	20
30	7.5	9.0	11.0	13.5	15.0	18.0
40	9.0	12.5	14.5	18.0	20.0	23.0
50	12.0	15.0	18.5	21.0	25.0	27.0

乙、涵洞的坡度：涵洞的坡度一般多采用1/100或1/200，坡度太陡水太急，容易冲坏建筑物；太緩則水流不暢涵洞断面加大，增加工程費，同时也有淤积的危险。

丙、涵洞的大小：涵洞的大小决定于所要通过的流量，采取的坡度以及涵洞的式样可参考表 2-25。

4.怎样决定臥管及涵洞：只要我們知道了水庫的水深，土坝高、設計流量和其他因素后就会很容易的利用前面的表决定臥管及涵洞的大小。

例如：有一水庫，土坝高17.0公尺，水深为15.0公尺，設計流量为0.29公方/秒，放水設备想修成台阶式臥管，拱形涵洞、圓形放水孔，臥管坡度为1:2涵洞坡度为1:200，若用石料試决定臥管、涵洞、放水孔的尺寸。

解：因为流量为0.29公方/秒，接近0.3公方/秒，所以我們就按0.3公方/秒进行計算，这样比較安全些。

①决定臥管的尺寸：

由表 2-14 第三欄查得流量为0.3公方/秒时長方形臥管寬为40公分，高为35公分。第 9，10，11，欄查得消力塘深50公

表2-24

鋼筋混凝土管管壁厚及鋼筋用量

填土(公尺) \ 管徑 / 壁厚(公分)及鋼筋用量	60公分			70			80				90				100				110			
	壁	主筋		壁	主筋		壁	主筋			壁	主筋			壁	主筋			壁	主筋		
	厚	φ12	φ9	厚	φ12	φ9	厚	φ12	φ9	φ16	厚	φ12	φ9	φ16	厚	φ12	φ)	φ16	厚	φ12	φ9	φ16
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	33
5	6.5	2.4	19.5	7.0	32	18	8	27	15.5		9.5	23	13		10.5	21	12		11	20	11.5	
8	8.0	28	15.5	9.0	25	14	10	22	12.5		12	18.5	11		13	17	9.5		14	16	9.0	
11	9.5	23.5	13.0	10.0	22.5	12.5	12.5	17.5	10		14	16	9		15	15	8.5		16.5	13.5	7.5	
14	11.5	19.5	11.0	13.0	17	19.5	14.5	15.5	8.5		15.5	14.5		25	17	13		23	18.5	12		21
17	12.5	18	10.0	14.0	16	9	16	14	7.5		17	13		23	19	11.5		21	21	10.5		18.5
20	13.5	16.5	9.0	15.5	14.5	8	17	13		23	19.5	11.5		20	21.5	10.5		18.5	22	9.5		17.5

說明：①表中未列出的填土高，可以用比它高的代替。如表中填土8公尺可以代替7公尺。

②表中管壁厚仅指有效厚，应用时还应加入3～4公分厚的保护层。

③表中主筋就是螺旋鋼筋，φ9、φ12、φ16分别代表直徑为9公厘、12公厘、16公厘的鋼筋。主筋所表示的值是主筋間距。如管徑70公分，填土14公尺，若用12公厘圓鋼筋，則主筋間距为17公分。

④表中未列架筋，一律用直徑为6公厘、間距20公分。

表2-25

流量涵洞尺寸对照表

流量公方/秒 \ 涵洞 \ 比降	1:100			1:200		
	圓涵直徑(公分)	方涵		圓涵直徑	方涵	
		寬×高	寬×高		寬×高	寬×高
1	2	3	4	5	6	7
0.02	20	20×25		20	20×30	
0.04	25	20×35		25	20×40	
0.06	25	30×30		30	30×35	
0.08	30	30×30		35	30×45	
0.10	35	30×40	40×30	35	30×50	40×45
0.20	40	40×50	50×[illegible]0	5[illegible]	40×60	50×50
0.30	50	40×65	50×55	55	40×85	50×70
0.40	55	40×[illegible]0	50×65	60	60×65	50×80
0.50	60	50×75	60×65	65	60×85	50×95
0.60	65	50×85	60×70	70	60×100	80×65
0.70	65	50×95	60×80	75	60×110	80×75
0.80	70	80×70	60×90	80	60×120	80×85
0.90	75	80×75	60×95	85	60×120	80×90
1.00	75	80×75	60×100	85	60×125	80×95

說明：Ⅰ.表列各高值是涵洞之高，实际水深都比高小，小的数值如下：

①流量0.02至0.20公方/秒时，方涵高比实际水深高10至13公分。

②流量0.26至1.00公方/秒时，方涵高比实际水深高14至17公分。

③圓涵过水断面按直徑的四分之三計算。

Ⅱ.方涵断面有兩种尺寸，可以任意选用。

Ⅲ.方涵断面尺寸須适合方涵的过水断面。

分，寬60公分，長2 0公分。

由表 2-17 查得当水深为15公尺，跨度为50公分时，石蓋板厚为29公分。

由表 2-18查得牆高为40公分时（因36公分时接近 40 公分为安全計采取40公分的尺寸）牆頂寬为 45 公分，底寬为 85 公分。

②决定放水孔尺寸：

由表 2-15 中查得当流量为0.3公方/秒时，圓形放水孔的直徑为30公分。

必須注意：因該表数值均按台級淨高为0.5公尺，同时开放兩孔計算，所以实际应用时必須按照这个要求才能放足 0.3 公方/秒水。

当我們决定了以上的尺寸后就可画出臥管的断面来如图 2-20。

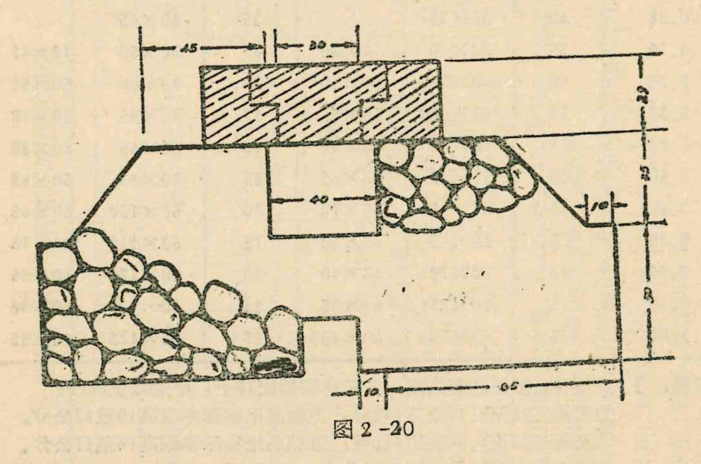


图 2-20

③决定涵洞尺寸：

由表 2-25中查得当流量为0.3公方/秒，坡度为1:200，涵洞尺寸为40×85和50×70，因40公分跨度要作拱涵很不容易，所以采用50×70公尺，由說明中的第二条知道实际水深应比涵高小14～17公分，即实际水深是70－14公分＝56公分或是70公分－17公分＝53公分。

当跨度为50公分时，由表 2-21中查得墩高为 60 公分，最大允許过水深为70公分均大于56公分(实际水深)，不会影响水

流。所以就采用跨度为50公分，墩高为60公分，基础寬为70公分，礦(拱)石厚为35公分，起拱面为40公分作放水涵洞。如图 2-21。

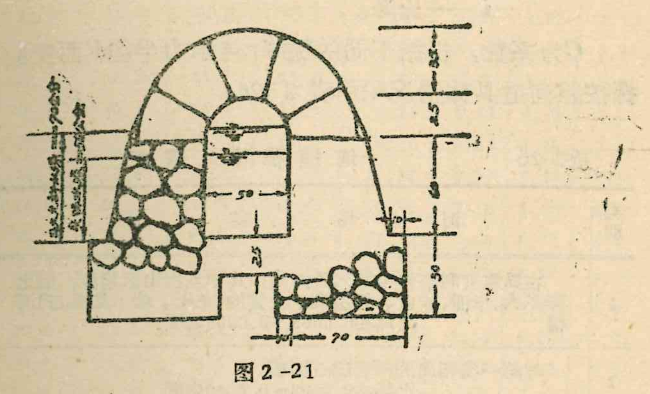


图 2-21

五、溢洪道

溢洪道是宣洩庫滿后多余的水量，不使其超越土垻頂端而发生危險。因此溢洪道必須要能够通过河內可能发生的最大洪水，溢洪道的計算步驟如下：

1.洪水量估計：

甲、痕迹法：在前面水文調查中，已經談到洪水痕迹的調查問題。洪水痕迹法的計算，頂好能够在现場进行，以便查对。洪水断面应多調查几处，使最大洪水量能够互相比較，采取最合理的数字。

根据洪水調查記录，將洪水断面繪制于方格紙上，計算出过水面积、湿周、比降等。

$$比降=\frac{施測起点至終点的高差}{起点至終点的水平距离}.$$

用公式：$Q=\omega\cdot C\cdot\sqrt{R\cdot i}$ 計算流量。

式中　ω——过水面积；

R——水力半徑 $= \frac{面积(\omega)}{湿周(x)}$；

i——比降。

C为系数，根据不同的糙率n与水力半徑R而变。n值的擇按照河道具体情况采用表 2-26。

表2-26　　河道糙率n值表

类别	河槽特征	n
1	在異常有利条件中的天然河槽，其中包括山区起源，但比降不大、干淨、毕直、无壅塞、土質的(粘土、砂、細礫石)河槽　比降在0.0005~0.0008之間	0.025
2	与第一类相同的礫岩礫石河槽　比降在0.0008～0.0010之間	0.030
3	河床表面狀态及形狀很良好的周期性的大小河道。与第二类相同的礫岩礫石河槽，但显著的含有泥沙或具有較粗的卵石　比降在0.001～0.003之間	0.035
4	情况良好的周期性河道(干谷)的土質河槽。在山区河流下游的开辟良好的规則的礫石河槽　比降在0.003～0.007之間	0.040
5	阻塞很甚的、弯曲而部分生草的、多石而水流不平靜(大、中河流)的河槽。洪水时挾帶大量泥沙的，河床为粗礫的复蓋或为植物(草等)所复蓋的周期性(暴雨和春汛)水流。　比降在0.007～0.015之間	0.050
6	严重阻塞和曲折的周期性水流的河槽。水面不平的山区型河流(中游)的礫岩，漂石河槽　比降在0.015～0.05之間	0.067
7	水流湍急多沫的、水面翻騰的(水花向上飞濺)、山区河流的(中游与上游)山区型漂石河槽　比降在0.05～0.09之間	0.080
8	山区瀑布型河槽、主要在粗漂石的河底曲折不平的上游河槽中；河底落差极为明显，泡沫如此之多，以至于水失去透明性而成为白色，水声吵杂压倒其他一切声音，以至談話困难　比降在0.09～0.20及大于0.20之値	0.100

表2-27　　C 値表

R 公尺 \ n	0.025	0.030	0.035	0.040	0.050	0.067	0.080	0.100
0.06	19.6	14.8	11.4	9.2	6.4	3.78	2.72	1.74
0.08	21.2	16.1	12.8	10.5	7.2	4.40	3.22	2.13
0.10	22.4	17.3	13.8	11.2	8.0	4.96	3.67	2.46
0.12	23.5	18.3	14.7	12.1	8.64	5.47	4.08	2.80
0.14	24.0	19.1	15.4	12.8	9.24	5.92	4.45	3.09
0.16	25.4	19.9	16.1	13.4	9.90	6.34	4.79	3.37
0.18	26.2	20.6	16.8	14.0	10.24	6.73	5.14	3.63
0.20	26.9	21.3	17.4	14.5	10.76	7.10	5.46	3.90
0.22	27.6	21.9	17.9	15.0	11.20	7.44	5.77	4.15
0.24	28.3	22.5	18.5	15.5	11.60	7.80	6.07	4.36
0.26	28.8	23.0	18.9	16.0	12.00	8.10	6.32	4.61
0.28	29.4	23.5	19.4	16.4	12.36	8.35	6.56	4.81
0.30	29.9	24.0	19.9	16.8	12.68	8.67	6.82	5.01
0.35	31.1	25.1	20.9	17.8	13.54	9.33	7.42	5.52
0.40	32.2	26.0	21.8	18.6	14.21	9.97	7.94	6.01
0.45	33.1	26.9	22.6	19.4	14.90	10.52	8.52	6.42
0.50	34.0	27.8	23.4	20.1	15.60	11.02	8.98	6.88
0.55	34.8	28.5	24.0	20.7	16.20	11.50	9.40	7.22
0.60	35.5	29.2	24.7	21.8	16.68	12.00	9.84	7.61
0.65	36.2	29.8	25.3	21.9	17.20	12.44	10.24	7.98
0.70	36.9	30.4	25.8	22.4	17.66	12.87	10.62	8.31
0.80	38.0	31.5	26.8	23.4	18.56	13.60	11.26	8.91
0.90	38.9	32.3	27.6	24.1	19.26	14.24	11.90	9.50
1.00	40.0	33.3	28.6	25.0	20.00	14.90	12.50	10.00
1.10	40.9	34.1	29.3	25.7	20.60	15.50	13.00	10.45
1.20	41.6	34.8	30.0	26.3	21.20	15.94	13.50	10.95
1.30	42.3	35.5	30.6	26.9	21.80	16.50	14.00	11.35
1.50	43.6	36.7	31.7	28.0	22.80	17.30	14.74	12.05
1.70	44.7	37.7	32.7	28.9	23.60	18.04	15.42	12.68
2.00	46.0	38.9	33.8	30.0	24.60	18.90	16.24	13.47
2.50	47.9	40.6	35.4	31.5	25.90	20.08	17.34	14.43
3.00	49.3	41.9	36.6	32.5	26.80	20.90	18.20	15.20

采用n值必須慎重考慮，因为它直接关系到計算成果的正确性，在n值决定后，就根据水力半徑R及糙率n，于表2-27查出C值。

在各值具备后，就可以代入公式求出洪水流量。

如山溪河溝在洪水期，超出河槽，漫至兩岸灘地，由于河槽与灘地采用糙率n不同，故应分别計算流量，最后相加(图2-22)。

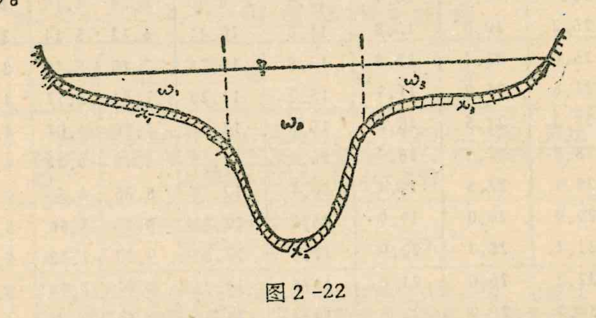


图2-22

先求出各个面积的不同水力半徑 $R_1=\frac{\omega_1}{X_1}$，$R_2=\frac{\omega_2}{X_2}$，$R_3=\frac{\omega_3}{X_3}$，根据河槽及灘地的不同特征，决定出n值，有时河兩边灘地情况相同，則采用一样的糙率，再查表得C值，代入下列公式計算流量。

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3$$
$$=\omega_1C_1\sqrt{R_1i}+\omega_2C_2\sqrt{R_2i}+\omega_3C_3\sqrt{R_3i}.$$

乙、經驗公式法：經驗公式估算，必須要以河流附近地区水文站記載的最大暴雨量为依据。先了解暴雨的强度是每小时多少公厘，再把它换算成每秒鐘多少公尺。例如某地暴雨强度为每小时60公厘，把它换算成每秒公尺时就应是

$$\frac{0.060}{1\times60\times60(秒)}=0.000017公尺/每秒.$$

再將其代入公式：

最大洪水流量＝集雨面积(平方公尺)×最大暴雨强度(公尺/秒)×逕流系数。

逕流系数根据集水区被复情況由表2-28查出。

表2-28

地面狀況	徑流系数C值	説明
地形略有起伏坡度較小	0.30～0.50	1.地面坡度陡的C値大 2.地面复蓋物稀薄的C値大
丘陵地帶有森林及較濃密的复蓋物	0.30～0.40	3.地面土层淺薄的C値大 4.地面土質越粘的C値大
丘陵地帶无森林，地面复蓋物稀薄	0.50～0.65	5.山坡耕地比梯田C値大 6.水土流失严重的C値大
山丘地帶山岩陡峻无森林	0.75～0.85	

在計算最大洪水量时，逕流系数一般常采用0.6～0.7。

丙、洪水量單位面积流量图法：下面的图2-23是根据实际經驗和一些理論数据繪算出来的，因各地具体情況不同，希慎重选用。图中横坐标代表流域面积，縱坐标代表每平方公里能产生的洪水量。例如某水庫的流域面积是10平方公里，地区在陝南，先在横坐标上找出10平方公里，垂直向上与陝南地区的曲綫相交，再順着交点水平向左，看出每平方公里产生的洪水流量是6.0公方/秒，再乘以該流域面积10平方公里，得出最大洪水量是60公方/秒。

在图上还可以看出，流域面积愈小，它的單位面积产生的洪水量大，流域面积愈大，反而較小，这是因为集流时間的緣故。流域面积大了，各处的逕流汇集一块流至壩址处的时間較長，在最远处的洪水流到壩址时，近处的洪水已被洩出很多，

因而可能发生的洪水量，平均到單位面积上，就比較小了。

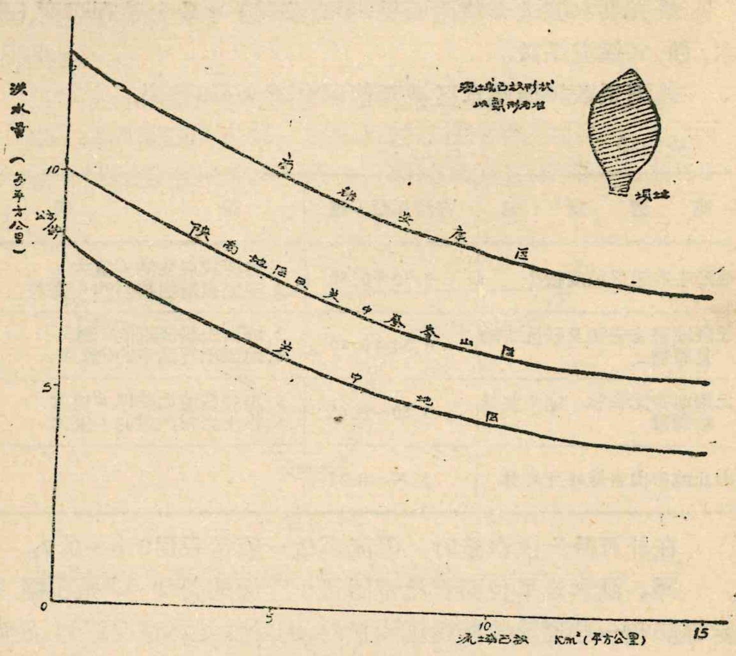


图 2-23　洪水量單位面积流量图

2.溢洪道位置的选擇： 溢洪道位置应选在筑坝处的最节省土方，不必兴修龐大建筑物的地方。溢洪道距离坝址不能太远，在洪水期間，特别是有风浪时，坝前水位和溢洪道前水位会有高低不一致的現象，有溢出流量达不到計划要求的危險。再則远了不便照顧溢洪道前漂浮物的清除，容易发生洪水漫坝事故。但距坝身太近了，在通过洪水时，溢洪道如有滲漏，对土坝不利。溢洪道口可开寬些淺些，山坡用較平坦的坡度。如果坝側山坡很陡，就应采取窄深的形式，以节省土方，有些时候因地形限制，溢洪道可低于坝前最大蓄水深度，在正常蓄水

时，用一小土埂擋住，图 2-24 作溢洪道时，应使溢洪水面离坝頂有足够的高度，保証土坝安全。溢洪道一般常見的位置，有下面几种情况。

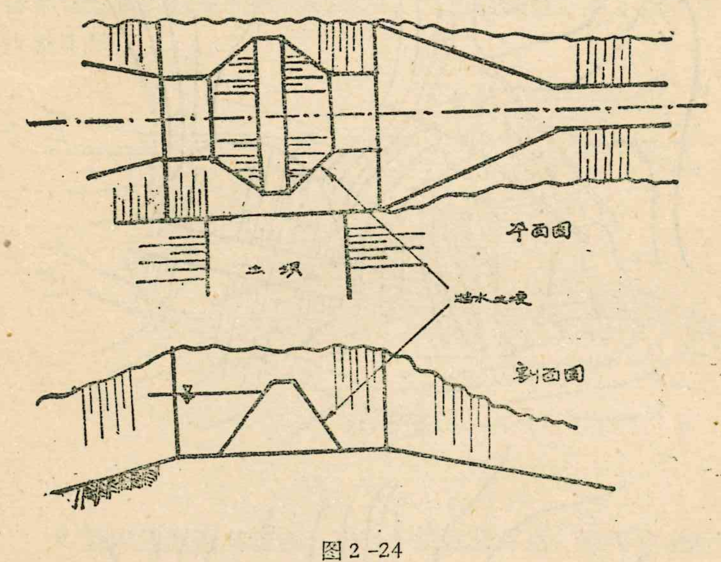


图 2-24

图 2-25 利用馬鞍形低凹处作溢洪道的示意图是最理想的位置，它不但能节省大量土方，而且工程簡單，因为离土坝較远，洪水泄入旁边谷中，使土坝本身非常安全。

有时候虽然沒有天然的鞍形，但側山很低，比坝頂高出很少，在这样的情况下，我們也应当尽量考慮使洪水能够泄入水庫旁側的溝中，如側溝离庫址不太远，可以开挖一段明渠引洪，請参閱图 2-26。

坝的兩岸側坡很高，附近又沒有天然的馬鞍地形，这时就要在坝的側面开挖溢洪道。溢洪道应选在山坡較坦的一岸，并要有足够的長度，考慮到与旧河道联接有沒有困难。溢洪道离

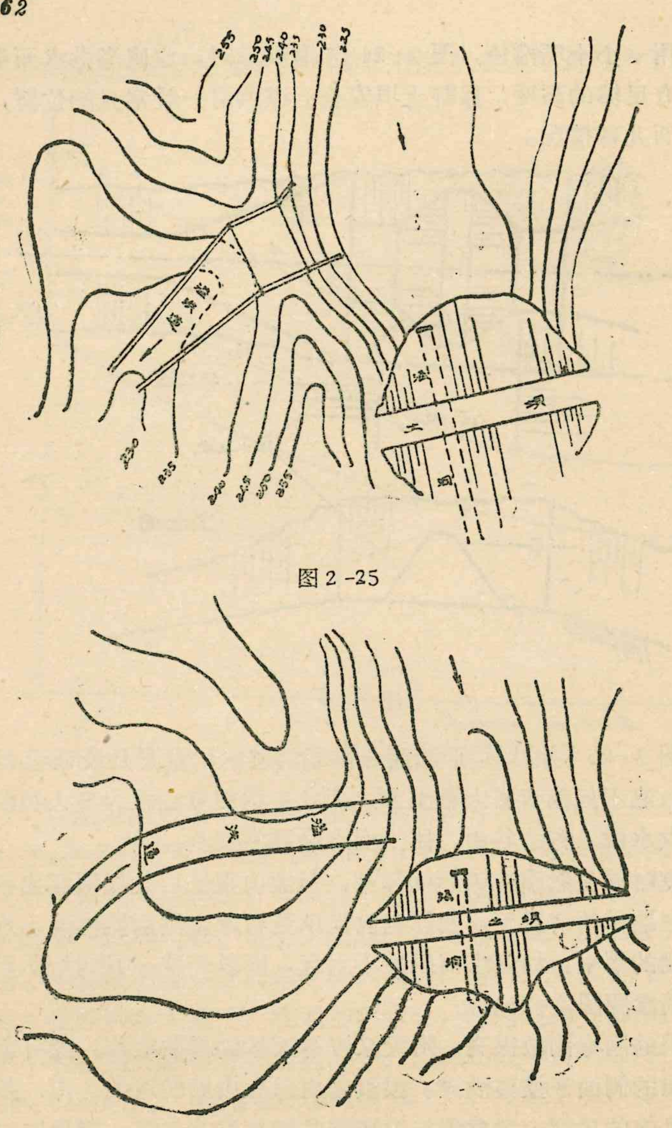


图 2 -25

图 2 -26

坝端的距离应大于 10 公尺，泄水渠离坝脚距离不近于 50 公尺(图 2 -27)，溢洪道侧山如比較陡峻时，应在溢洪道山坡上部修建截水溝，以免雨水冲跨側坡，堵塞溢洪道，使不能正常排洪发生危險。

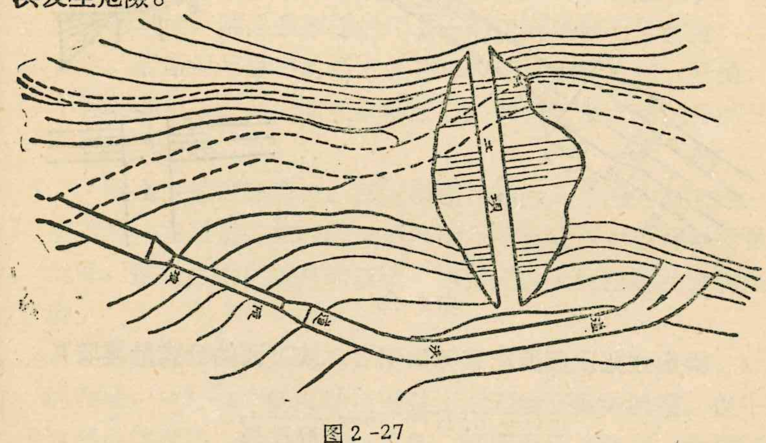


图 2 -27

3.溢洪道断面与陡坡： 决定了洪水量以后，就可以进行溢洪道設計。溢洪道进口多采用寬頂堰形式，接着寬頂堰設一漸变槽，以便与明渠連接，用明渠將洪水送入陡坡，經过消力后宣泄于排洪渠內(图 2 -28)。

寬頂堰断面，是由溢洪水深和溢洪寬度来决定的，假使水深愈大，則寬度愈小，水深愈淺，則寬度愈大，在小型水庫中，通常采用溢水深0.5—1.5公尺，这是因为水深小些，土坝就可以作低些，以节省土方。

溢洪道寬頂堰的長度(指順水流方向)若超过20倍溢水深时，就不能通过原来的計算流量，洪水不能完全泄出就要抬高庫水位，影响土坝安全。一般堰長多采用 3 — 8 倍的溢水深的范圍內。

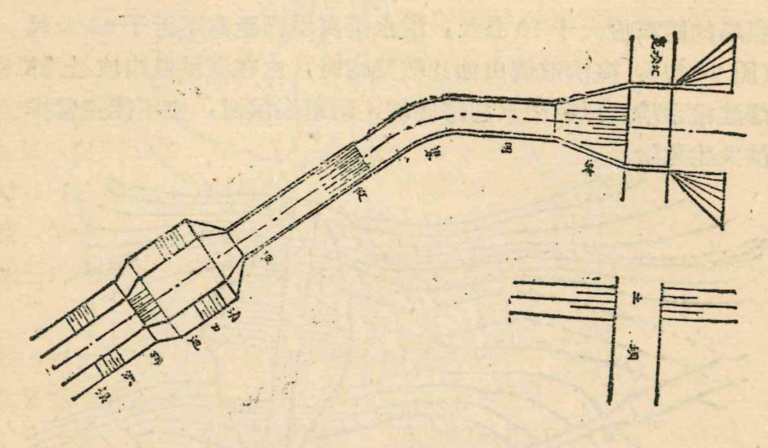


图 2-28

洪水过寬頂堰頂即滾流而下者，按下面的公式計算堰寬。

$$Q=MbH^{3/2} \quad b=\frac{Q}{MH^{3/2}}$$

式中　Q——最大溢流量，以秒公方計；

H——溢水深度，以公尺計；

M——流量系数，一般在1.45～1.55間，建筑面光滑者用較大值，粗糙者用較小值。

为了便利，我們采用$M=1.5$时，用公式$b=\frac{Q}{1.5H^{3/2}}$計算出表 2-29(書末插頁)，以供参考查用。

表2-29数値，适用于集水面积在1.5平方公里以內，若超过时，就太安全了，可采用高切林公式計算。

在寬頂堰的下部，筑成一1/20比降的漸变槽，其水平方向收縮在4:1～5:1之間，漸变槽有兩个作用，一是讓洪水經过溢洪寬頂堰后即滾流而下，使排出流量达到原設計要求。再一个

是为了使寬頂堰与明渠連接。

明渠的作用，是將洪水輸入陡坡，因为陡坡的位置要根据实际地形才能决定，往往在漸变槽的下边，不能直接將洪流送入陡坡宣泄而下，故需明渠連接，若漸变槽后紧接陡坡，就可省去明渠段，那是最理想的了。一般明渠底坡比降多在1/1000左右，断面采用砌护的矩形或梯形断面。如在石山上开凿，就不需要砌护了。关于明渠断面設計，参考簡易水利手冊第三冊(渠道工程)。

洪水由寬頂堰溢出，經过明渠，要泄入下面的河床內，还有很大一段高差，往往因地形限制，不能采用明渠那样緩慢的比降，这就必須用較高的速度，將洪流由上面沿着陡坡引向下游。

跌差在15公尺以內时，陡坡可采用較陡(1:5、1:4、1:3)的坡度，1:2～1:5的陡坡，可采用干砌块石保护流槽，但下面应舖以碎石子、沙子等倒濾設备，厚度大于3公寸，并每隔3公尺設一隔水牆。陡坡坡度小于1:5时，如山坡土質較好，就不必要砌护，采用延長土渠的方法將洪水排入河溝。

陡坡断面采取寬淺或窄深的形式，应看地形情况，本着省工减料的原則决定。陡坡流槽如不是矩形断面时，其边坡应大于1:1，一般常用1.5:1或2:1兩种。陡坡的底部頂好上下同寬，若消力池尺寸比陡坡大时，在陡坡下部可作以扩散，以便与消力池联接。

在天然的岩石上开凿溢洪道陡坡，就不需砌护，并且在底部及兩側，不必刨平，这样可以降低水流速度。陡坡需用砌护时，側牆或底部都应在老土之上，若因地形限制与老土不能衔接时，应塡土夯实，并加大砌护尺寸。

經过陡坡的洪水，因速度很大，在底部即形成水跃現象，

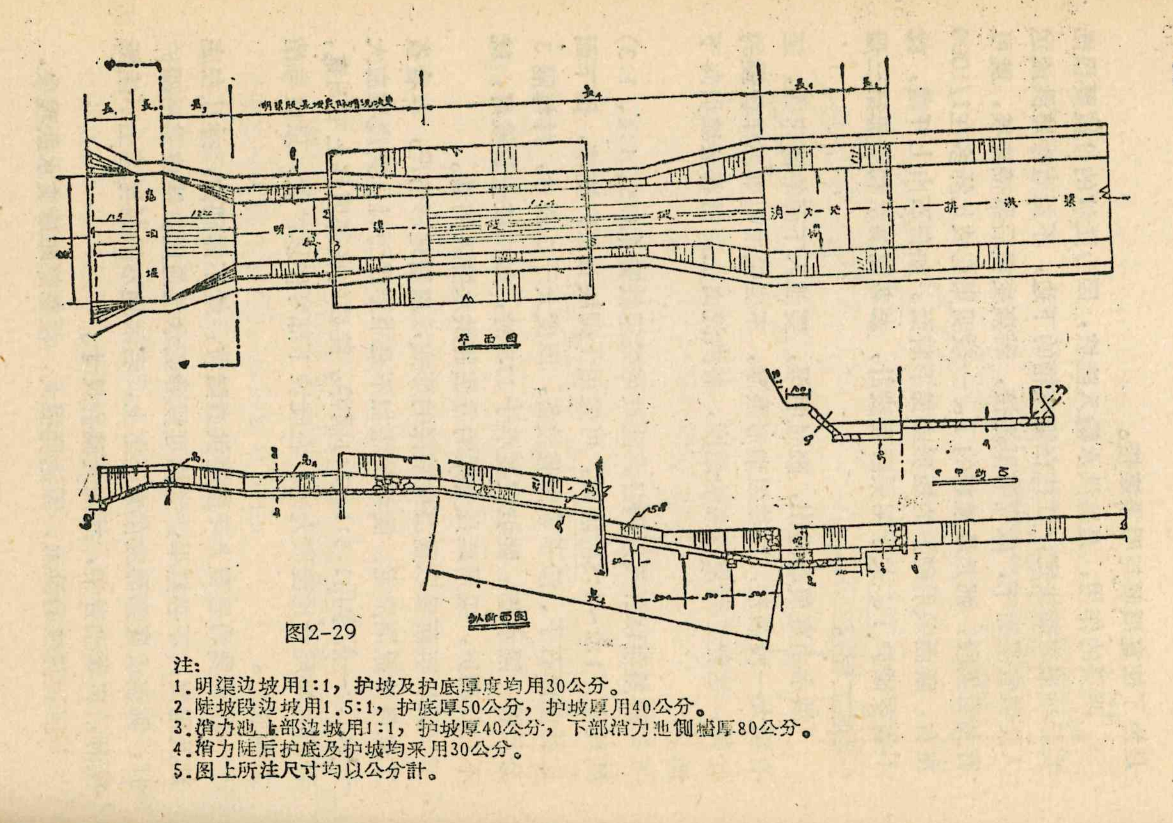


图2-29

注:
1. 明渠边坡用1:1，护坡及护底厚度均用30公分。
2. 陡坡段边坡用1.5:1，护底厚50公分，护坡厚用40公分。
3. 消力池上部边坡用1:1，护坡厚40公分，下部消力池側墙厚80公分。
4. 消力陡后护底及护坡均采用30公分。
5. 图上所注尺寸均以公分計。

表2-30

溢洪道各部尺寸表

部分		寬頂堰部分						泄水道部分(坡降1/100)					陡坡部分(坡降1/4)		消力池部分				
名称		堰寬	堰長	堰高	水深	进口藎坡長	渐变段長	底寬	边坡比		水深	砌护高度	陡坡長	陡坡末端砌护高	消力塘深	消力塘長	消力塘寬	护坦長度	护岸高度
代号		寬₁	長₂	高₁	深₁	長₁	長₃	寬₂	竖	横	深₂	高₂	長₄	高₃	深₃	長₅	寬₃	長₆	高₄
流量(公方/秒)	跌差(公分) 單位	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	1	1	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分
5	800	1000	200	90	50	375	750	300	1	1	47	90	3300	100	100	600	360	250	140
	1200	1000	200	90	50	375	750	300	1	1	47	90	4950	100	120	740	360	250	140
	1600	1000	200	90	50	375	750	300	1	1	47	90	6600	100	140	840	360	250	140
	2000	1000	200	90	50	375	750	300	1	1	47	90	8250	100	160	960	360	250	140
10	800	1900	200	90	50	850	1700	400	1	1	60	100	3300	100	110	660	480	250	180
	1200	1900	200	90	50	850	1700	400	1	1	60	100	4950	100	130	800	480	250	180
	1600	1900	200	90	50	850	1700	400	1	1	60	100	6600	100	150	900	480	250	180
	2000	1900	200	90	50	850	1700	400	1	1	60	100	8250	100	170	1000	480	250	180
15	800	1000	300	140	100	230	460	500	1	1	67	110	3300	100	110	660	600	450	200
	1200	1000	300	140	100	230	460	500	1	1	67	110	4950	100	140	840	600	450	200
	1600	1000	300	140	100	230	460	500	1	1	67	110	6600	100	160	960	600	450	200
	2000	1000	300	140	100	230	460	500	1	1	67	110	8250	100	180	1100	600	450	200
20	800	1300	300	150	100	350	700	600	1	1	70	120	3300	120	120	740	720	450	240
	1200	1300	300	150	100	350	700	600	1	1	70	120	4950	120	140	840	720	450	240
	1600	1300	300	150	100	350	700	600	1	1	70	120	6600	120	170	1000	720	450	240
	2000	1300	300	150	100	350	700	600	1	1	70	120	8250	120	190	1150	720	450	240

(續)表2-30

流量	跌差	寬頂堰部分						泄水道部分(坡降1/100)					陡坡部分(坡降1/4)		消力池部分				
名称		堰寬	堰長	堰高	水深	进口斜坡長	漸变段長	底寬	边坡比		水深	砌底高度	陡坡長	陡坡末端砌盖高	消力塘深	消力塘長	消力塘寬	护坦長	护岸高度
代号		寬1	長2	高1	深1	長1	長3	寬2	豎	横	深2	高2	長4	高3	深3	長5	寬3	長6	高4
公方/秒	(公分)	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	1	1	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分	公分
25	800	1700	300	150	100	530	1060	700	1	1	74	125	3300	120	120	740	840	500	250
	1200	1700	300	150	100	530	1060	700	1	1	74	125	4950	120	150	900	840	500	250
	1600	1700	300	150	100	530	1060	700	1	1	74	125	6600	120	170	1000	840	500	250
	2000	1700	300	150	100	530	1060	700	1	1	74	125	8250	120	190	1150	840	500	250
30	800	2000	300	150	100	650	1300	800	1	1	76	130	3300	150	120	740	960	500	250
	1200	2000	300	150	100	650	1300	800	1	1	76	130	4950	150	150	900	960	500	250
	1600	2000	300	150	100	650	1300	800	1	1	76	130	6600	150	170	1000	960	500	250
	2000	2000	300	150	100	650	1300	800	1	1	76	130	8250	150	190	1150	960	500	250
40	800	1450	450	200	150	250	500	900	1	1	85	135	3300	150	130	800	1080	600	270
	1200	1450	450	200	150	250	500	900	1	1	85	135	4950	150	160	960	1080	600	270
	1600	1450	450	200	150	250	500	900	1	1	85	135	6600	150	180	1100	1080	600	270
	2000	1450	450	200	150	250	500	900	1	1	85	135	8250	150	200	1200	1080	600	270
50	800	1800	450	200	150	400	800	1000	1	1	90	140	3300	180	130	800	1200	600	300
	1200	1800	450	200	150	400	800	1000	1	1	90	140	4950	180	160	960	1200	600	300
	1600	1800	450	200	150	400	800	1000	1	1	90	140	6600	180	190	1150	1200	600	300
	2000	1800	450	200	150	400	800	1000	1	1	90	140	8250	180	210	1250	1200	600	300

因此必需在陡坡脚下，修建消力池，池的下游再修筑一段砌护，以緩和水势，防止下游冲刷。

为了便利工作，我們作了溢洪道部分的定型設計，图 2-29，表2-30可参考查用。

图表应根据工程所在地水文分析后的洪水量作为設計依据，使用时可根据近似表列不同梯級的洪水量，选择相应的溢洪道各部尺寸。溢洪道消力塘及陡坡舖底部分用50号水泥白灰沙漿砌筑，其余均用10号白灰砂漿砌筑，对露面部分全部用80号水泥砂漿拘縫。

第三章　施　工

一、开工前的准备工作

在施工前应先成立施工領导机構，作为羣众組織动員工作，制訂出施工計划，材料和工具必須有充分的准备，并应事先將水庫淹沒区域內的树木砍掉，房屋坟墓迁移，修好交通道路等工作。

二、施工場地佈置

場地布置应根据工程的大小，工地現場的实际情况和需要，施工时間的長短和民工的人数。全盤考虑佈置施工場地时应注意以下几个問題：

甲、工棚位置：工程領导机構的位置要选擇在指揮及督导工作方便的地方。工棚不要离工地太远，但也不要搭在工作区的范圍內，如工地附近有村庄，应尽量利用民房。

乙、交通路綫：运輸路綫必須是在安全与来往方便的条件

下，按照已规划的土石場和材料場来佈置，交通路綫要尽量利用已有道路，不够安全时加以平整或有需要时加以延長。

丙、材料堆放：材料应堆放在取用方便，不影响工地工作的地方，水泥不能露天堆放，石灰在露天堆放也要遮盖，以防潮湿或雨淋，造成不应有的損失。

丁、廢土堆放：清基后的廢土要堆放庫外，不应压田地，也不阻碍交通的地方，作为堆集廢料場。

三、施工程序

水庫的施工程序应根据工地的实际情况，分別主次与难易来划分阶段。一般可按以下几个步驟来进行：

甲、进行施工放样，作好施工排水开石，备料等工作。

乙、根据放样范圍清理坝基，并开挖截水槽或心牆基础及涵洞基础。

丙、要砌放水涵管和臥管、舖設倒濾垻，清除取土場表土。

丁、塡筑土坝并开挖溢洪道。

戊、进行坝坡整理和舖砌护坡等工程。

以上这几个步驟并不是截然分开的，但一般石工及涵洞必須提前施工。

当坝筑到某一高度时，已到汛期，为了防止洪水翻越坝面，可將坝分为兩半，先搶修上半个，使很快超过溢洪道底，同时也將溢洪道底挖到設計高度，已能排出一定的洪水，然后再作下半个，一般情况不允許这样做。

四、涵管臥管施工

1.涵管是水庫的泄水建筑物，它埋設在坝身內，在土坝未

塡土前，最好先把它做好，在筑坝时，把庫址以上的水流导入涵洞，排出坝基以外，这样就便利土坝施工。如果涵管位置处有長流水，可采用局部圍水的办法筑小堤，把涵管位置圍住，然后进行施工。

涵管的放样及基坑的开挖，开工之前，先根据已选定的涵管位置，定出中心綫，每隔 10 公尺打中心樁，地形变化大的地方应加樁，然后把各个中樁的高程测出来，再按涵管进口基础的高程和比降算出各中樁的設計高程和应挖深度，有了应挖的深度，基础的寬度和开挖的边坡（根据土質情况决定），定出边坡樁，再把各边坡樁用白灰或繩子連接起来，就标出了涵管的位置再进行开挖。基坑挖好后，將坑底均匀夯打几遍，才能在上面安砌管座。涵管基础要求必須在硬土上（老土），如开挖后土質不好，便需另选位置，使基础土質良好和一致。岩石基础，在开凿时可用手工开凿或用火葯爆炸，也可二者結合使用。使用火葯爆炸时須用淺砲眼，防止过大的震裂。爆炸完毕后应將震裂的岩石全部清除干凈。基础挖好后应把基础底的高程和比降校对一下，符合設計要求后，就可开始安砌涵管。

2.磚石涵管的砌筑方法和注意事項：

甲、磚石涵管所需要的材料，应尽可能符合簡易水利手册第一册中所規定的标准。

乙、砌筑用的灰漿要調匀，不可过干或过稀。

丙、砌筑的石头都要洗刷干凈，在砌以前并要用水洒湿，磚料应完整无缺，在砌筑以前用水浸透（如用旧磚也应刷洗干凈）。

丁、石与石磚与磚之間，应塡滿灰漿，不得留有空隙，以免由縫隙里漏水。坐漿要均匀，以石块或磚块擱下压出漿为宜，然后灌漿，灌漿时要用瓦刀插搗，使空隙里塡滿灰漿。

戊、磚料或石料上下兩层豎縫不要同在一条綫上，必須交錯搭接。如果用石料砌筑，較平整的一面应放在迎水面以利水流。

已、漿砌石的外露灰縫，在灰漿未凝結前，至少須挖去3公分，再用水泥沙漿拘縫。拘縫前需先用水將接縫洒湿。

庚、在冬季进行砌筑时，要有防冻設备，务使灰漿在凝結前，不致因冰冻而損坏。

辛、灰浆未干时不能填土，不得震动，更不能由涵管內排水，以免水流冲走灰浆造成漏水。

3.做好消力塘：消力塘的作用是承接由臥管放下来的水和消杀水能。由于消力塘要抵抗很大的水流冲击力，所以要求基础特别坚固，安砌时必須灌好灰浆。砌筑完毕，磚縫或石縫要用1:3水泥砂浆拘縫。在砌筑时应特別注意作好涵管，臥管与消力井的接头。

4.回填土：砌筑完毕，等灰浆硬化后，就可以开始向基坑內回填土，填土前要把一切杂物石渣等清除干淨，管壁应洒水湿潤。回填的土要干湿适宜，才能紧密結合，回填土每层以15公分为宜，要夯打紧密(即夯实后为10公分)，这样会保証土坝和管壁間不易滲漏，在打夯时要注意不要涵管灰浆震动，在涵管兩側和管頂1公尺以內的填土，只准用輕輕的双人夯或單人夯夯实，禁止使用重夯。

5.臥管施工：臥管的施工方法、砌筑要求与涵管相同，可以比涵管迟一些，或者同时进行均可。但臥管施工中应注意放水孔的大小，要合乎标准，木塞要与放水孔紧密結合，以減少漏水。

五、溢洪道施工

溢洪道的放样和砌筑，基本上和涵臥管的放样和砌筑一样。溢洪道的开凿，除应保証合乎設計要求外，还应考虑开出来的石料或土料在施工期中的使用。如果溢洪道是在岩石上开辟，应提早动工，以便利用开出来的岩石砌筑涵臥管，倒濾坝和护坡等；如果溢洪道是在土山上开挖的，則可利用挖出来的土筑坝，这样就可以节省人工。但不論动工迟早，必須掌握在坝身筑高到与溢洪頂齐平时，一定要將溢洪道做好，以便随时利用溢洪道宣泄洪水，保証土坝安全。开挖时一定要很好的掌握开挖的深度和边坡坡度，应符合設計的要求。

在山坡开挖溢洪道，应注意在溢洪道上边山坡开挖截水槽，以防止山水冲刷山坡，淤积溢洪道。

六、土坝施工

1.放样：放样是在已确定的坝址处，根据地形的平面形狀，將坝的輪廓按計划标准尺寸标出在地面上。放样是土坝施工中的一項重要工作，放样放得准确，可以使工程达到設計要求、施工順利，減少困难，否則影响工程質量，甚至造成很大的浪費。

放样时应首先將确定的坝中綫进行校核，然后沿中綫每隔10公尺定一中心樁，地形变化大的地方应在适当的位置加樁。用水平仪測量出每个中心樁的高程，根据設計坝頂高程，算出各中心樁应填的高度，再用十字架定出垂直于坝的方向，并以应填高度及坝頂寬度，用竹杆栽起“样架”（見图3-1）。然后再用下列的計算方法定出上下游的坡脚樁，用石灰撒綫或用鍬鏟槽溝分別把上下游的坡脚樁与样架頂联結起来，即为坝的坡脚綫，至此土坝的样子也就出来了。

甲、在平坦地面上定边樁：由中心樁起，垂直坝的中綫，向一边量出坝頂寬的一半，加应填高度乘边坡率的距离，在此

距离的終点就是边坡脚樁的位置，即打一木樁。例如坝頂寬3.6公尺，某中心樁塡土高为8公尺，迎水坡1:3（豎:橫）背水坡1:2，則得中樁至迎水坡脚樁的距离为1.8+(8×3)=25.8公尺中樁至背水坡脚樁的距离为1.8+(8×2)=17.8公尺。照此方法定出各个断面的坡脚樁。

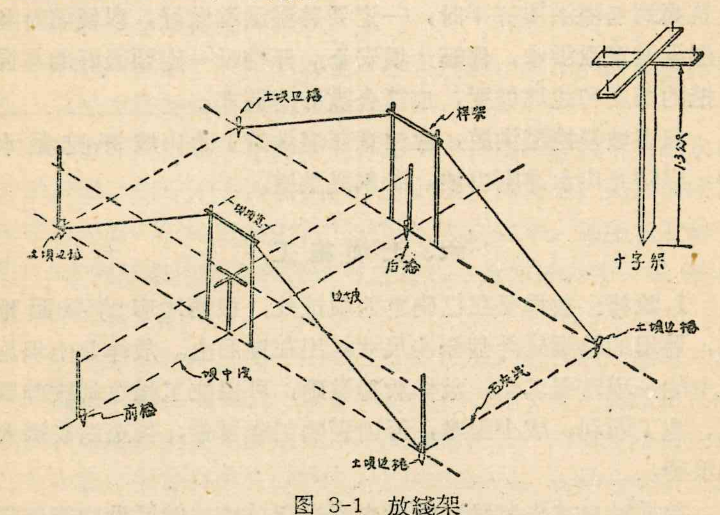


图 3-1 放綫架

乙、在斜坡地面上定边樁：是用細綫三角板或土水平仪，从中樁开始，分别向垂直于坝中心綫方向的兩边，照測橫断面的方法，測出各段距离和高差，并用一定的比例將測的各点画在方格紙上，可得出实际地面綫，然后將設計的坝形，用同一的比例尺，繪于相应地面綫的图紙上。其地面綫与坝形綫的交点即为边坡脚樁的位置（看图3-2），再在图紙上將中樁至內外边坡脚樁的水平距离量出来，以此放样于实际地面，即得坝內外边坡脚樁的位置。

例：某土坝外坡为1:2（豎:橫），內坡为1:3，坝頂寬为

4公尺，已測得坝中綫上0+050中樁的塡土高度为12公尺，并將从中樁起沿垂直于坝中綫的方向，橫断面分别記入下表內。

橫断面測量記录表

內坡				壩中心樁	外坡			
4	3	2	1		1	2	3	4
$\frac{+2.0}{34}$	$\frac{-0.4}{22}$	$\frac{-1.2}{14}$	$\frac{-0.4}{8.0}$	0+050	$\frac{+1.0}{6.0}$	$\frac{+0.4}{14}$	$\frac{+1.6}{26}$	

說明：（1）橫綫以上表示与中樁的高低差，“+”表示比中樁高，“—”表示比中樁低。

（2）橫綫以下表示距中樁的水平距离。

根据以上記录，將所測得的尺寸，按一定比例繪于方格紙上，由已知的內外坡，坝頂寬度，塡土高度，在图紙上确定其坡脚樁的位置，再由中樁量至內坡脚樁的距离32.4公尺，外坡脚樁23.4公尺（如图3-2），按此距离即可以在实际中樁上量出內外坡脚樁的位置。

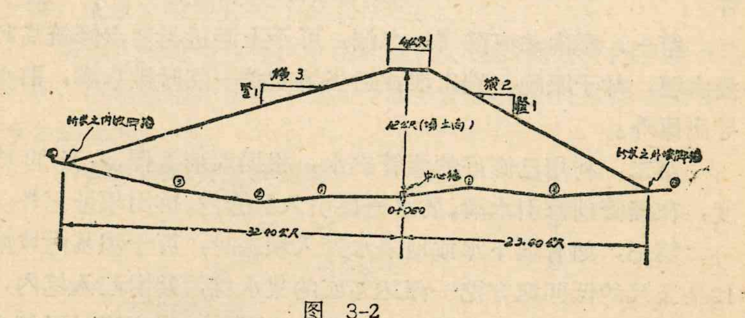


图 3-2

丙、放样时应注意的事項：

第一，校核原測量时选定的坝軸綫位置及中心樁高程；

第二，要对土坝設計图和坝址地形作詳細的了解，再确定

放样的步驟和作法，然后再进行实际放样，这样就可以免除放样中的錯誤和忙乱現象；

第三，在定綫測量时一定要細心，并須进行复測校正，以免錯誤；

第四，对地面上打的样樁亦須很好保存，樁要打得牢固，以免丢失返工复測，中心綫兩端各应打輔助樁一个，以备中心移动或遺失时作校核之用。

第五，在土壩的內外坡附近，应在放样期間設立水准基点，便于經常施測檢查，以节省从原水准点測起的麻煩。

2.壩基清理：放好边坡脚樁，即得出了清基的范圍，一般实际清基的范圍应略放寬一些。凡在清基范圍以內（包括壩兩端与山坡接合处）的地面表土，以及河溝或山谷部分的淤泥与透水性的卵石、礫石、土壤、树根等，都要清除干淨，使壩身与基础很好的結合，保証壩的安全。

甲、清基前应將上游的水引走，通常采用的办法有以下几种：

第一，庫內如有溪溝、水流，可于上游适当地点修筑临时攔水堰，并于堰的一端山坡或适当地方挖一临时排水溝，將水导出庫外。

第二，利用已修好的涵管排水，根据地形选擇适当的坡度，在涵管前修引水溝，將水直接引入涵管內，排出壩址以外。

第三，如有地下水或地表水浸入壩基时，可于壩基內坡前10余公尺的低凹地方挖一深达老底的集水坑，將水汇入坑內，再用水車抽出，由排水溝排出，到土壩填至一定高度时可停止排水，并填塞此坑。

以上几种办法应根据实际情况和地形条件采用，其目的是排走壩址以上的来水和壩基內的地下水。

乙、壩基清理应注意的事項：

第一，清基后如果发現基础与設計不符时，应通过設計人員进行处理。但截水槽的深度至少应达到不透水层以下0.5公尺。

第二，基础內的蛇鼠等动物洞穴，应进行挖除，壩基上如有鑽孔或探坑应填塞。

第三，基础清完后，如系黄土，需用石夯打一二遍再填土。

丙、清基后基础內遇有泉水及浸水时，通常可用下面的办法进行处理。

第一，浸水很小，則在浸水眼周圍留一个洞，暫不填土，派專人將浸水舀出，等土壩填高到0.5～1.0公尺时，則迅速將水排干，用較干的粘土填好夯实。

第二，遇較大的泉水，如在外坡基础內，并判明非庫底浸漏时，則应沿泉水处向外坡脚挖一小槽，填以粗砂礫石，將泉水引出，如图3-3。如果泉水在土壩中綫部分，应將土壩略向上移，使泉水位置处于下游基础內。

第三，泉眼如与庫內水源相通时，应設法將庫內水源来路截断，堵死泉眼；或壩軸綫向下移，將水源擡高至庫水位相平等办法处理。

3.截水槽的开挖和回填：

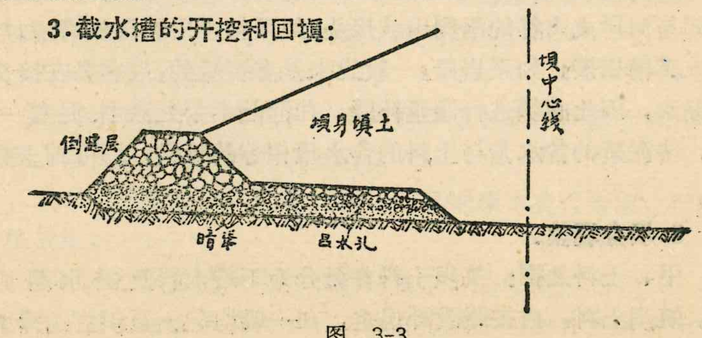


图 3-3

甲、一般在清基工作完成后，就应立即进行开挖截水槽的工作，其开挖深度以达到不透水的土层或岩层为止，但必須注意在未清理坝基时，切勿先开挖截水槽，以免槽內遺留草皮、树根及淤泥等。

乙、在开挖截水槽时要作好排水工作，为了截水槽的滲水集中，应在截水槽横断面的中央，再开一条較深的积水主溝，主溝兩側則开挖若干支溝，形成一个排水系統，此排水系統隨截水槽的挖深而下降，如果挖深在10公尺以內都可用龙骨水車接力（或抽水机）从主溝內將水抽入开好的排水渠內排走。

丙、截水槽基础挖好以后，立即进行截水槽的回塡土，除規模大的工程外，一般較小的工程則不要分段塡筑，回塡土每层15公分。截水槽內如有积水，应設法排出后才能回塡。

4.坝身与基础的接合：

甲、坝底与河床的接合：在未塡土之前，將已清理好的坝基地面上，开挖多条与坝中綫（坝軸綫）平行的溝槽，使坝基地面成为鋸齿狀，除坝基土料已达到最佳含水量外，通常在第一层鋪土之前，先將坝基土料充分澆水，使第一层土夯实后，新土压入旧土，这样坝基与河床就接合的很好了。

乙、坝端与山坡的接合：当坝塡筑到一定高度后，土坝兩端即与河岸或山谷的兩側山坡接头，如系粘土山坡則作溝槽，与河床溝槽相接；如系岩层，一般說来是有裂縫的，最容易在接头处漏水，因此必須进行灌漿补縫，在凹凸不平处涂抹泥漿一层，待泥漿的含水量与土料的含水量相等的时候，即可鋪土夯实。

5.坝身塡築：

甲、土料选擇：筑坝土料普通分为不透水料及透水料兩种。筑坝土料，应按照設計規定，在一般均匀土質坝应选擇壤土，含砂50～70%，含粘土50～30%；土料的含水量一般定为15%～23%（即100斤重的土含水量为15～23斤），其鉴别的方法参見表 3-1。

筑坝土料內不应含有草皮、树根、腐爛杂物等，若含有此等物質，会使土坝发生滑动、滲漏現象，有逐漸使土坝破坏的危險。

乙、取土場的选擇：

第一，先在土坝附近进行全部查勘，看那些地区的土料合乎筑坝要求，然后用洛阳鏟或挖試坑的办法，取得土样，来确定該区土料是否适用，决定土場的位置。

第二，取土場的位置，宜先內后外，且宜靠近土坝，以縮短运輸距离，并增大庫容。但如在土坝上下游取土，土場离开坝脚应在50公尺以外的地区，土坑愈深，則应离坝脚愈远。如庫內土料合格，最好尽量采用庫內取土場，以增加庫容；当庫內土料不够或运輸条件不許可或庫內底层为透水性地基不应挖穿表层好土时，再用庫外土料。

第三，取土場决定以后，应当立即决定取土坑的范圍和深度，土坑的开挖范圍不宜太小，应使滿足大量土方的需要数量和挖土民工的充分容納，如果場地狹小会造成窩工現象，影响工作效率，其挖土深度必須在地下水面以上。

丙、取土方法：

第一，取土前，应先將土場內的浮土、草根、淤泥等清除干淨。浮土可用作鋪設交通道路。

第二，土坑应采取分层开挖，每层挖深1公尺为宜，严禁搜根放土。

第三，挖土要挖成阶梯形或斜坡形，这样雨后才不会积水，为了防止地面水流入土坑，在取土坑的四周开挖截水沟。

第四，为了减少因土坝填高后运土上坡的困难及下雨后不会淹沒取土場，取土时应配合塡坝高度，先挖低处的土，再挖高处的土。

第五，土料中的土块应在取土場內打碎，才能运上土坝，土块的大小不能大于鷄蛋。

丁、运輸路綫的选擇和修筑：

第一，运土路綫应选擇較近路綫，最好能运用原有的路，避免陡坡和急轉弯的路綫，并应减少交叉，最好来往路綫分开，中間留有一定的安全距离。

第二，路綫通过河道及土沟可架設便桥，以便利通行。

第三，运輸道路要有一定的寬度，以能通过运輸車輛为原則。

戊、运輸工具的选擇：运輸工具的选擇是根据各地实际情况在需要与可能的条件下来选定，为了提高工作效率，应尽量采用車輛运土，如架子車、独輪車等。如条件不可能，只用籃筐运輸。

己、舖土工作：

第一，舖土前的准备工作：舖土应將原土面挖毛，鑑别其含水量，如含水量太小，則应洒水，使其达到最优含水量后，才能进行舖土夯实，如在雨后施工，应將表层泥土鏟除，才可舖土。

第二，舖土厚度：舖土厚度由土壤含水量大小，要求的密实程度及夯实工具的規格和重量来决定。一般的如使用木夯，石夯等工具时，可舖土3公寸厚，夯实为2公寸为标准。如采用石滚輾压时应根据不同情况减少舖土厚度，最好在1.5～2.0公寸之間。按土質情况，一般規定粘土为20公分，粘壤土为25公分，不得过厚或过薄。在施工上可用木樁控制舖土厚度。

第三，舖土的次序及方法：舖土次序有由一端向另一端，又有由一側边坡向另一側进行；再有从坝軸綫向坝的边坡兩面舖土等几种。經驗証明后一种方法舖土效率高。舖土时厚度要均匀，舖平，不应有連續起伏面与个别凹凸不平之处。压实后用耙耙松表土，如表面过干，应均匀洒水，再舖第二层，同时坝的兩面进土要相等，才能使坝身平衡上升，进度一致。

第四，舖土工作应注意事項：

(1)舖土应从最低处开始，將土舖成水平层，或向上游面稍傾斜，以便施工期間排泄雨水。若必須在較高的地方同时开始塡土，土面高度相差不应大于1公尺，坡度不应陡于1:4；在兩相鄰工队接头的地方，不应留成直縫（如图3-4甲），应分层套接，犬牙交錯形式（如图3-4乙），兩队上土高低不同时則应將接头处攤斜坡，扒松洒水压实(如图3-4丙)。

(2)舖土应比坝輪廓綫稍大一些，以便在筑成后將边坡削成設計边坡的形狀。

(3)舖土时应將土块打碎，草木、树根、碎石以及其它杂物等均应揀淨。

(4)塡土中，不应將过湿的成块土塡在坝上。当塡土中有过湿的成块土料和夯实后形成的泥塘(俗称橡皮土)，則应將过湿的土料挖去，用适当含水量的新土塡充，严禁向泥塘內塡压大礫石或土块。土場的土料如含水量超过設計規定，应預先进行翻晒。

(5)在冬季施工，应將表面的冻結层去掉，不得將冻土塡在坝上。已塡好的土应作好防冻工作，一般的防冻办法有兩种，一种办法是在夯实土层上舖3公寸的虛土层，另一种办法是在夯实土层上舖一层干草窩，如連續上土夯实，应將这层虛土或干草窩先清除，特別是干草应严格清除干淨，严寒地区防

冻办法使用以上办法可能无效。各地可結合当地情况創造其他防冻办法。

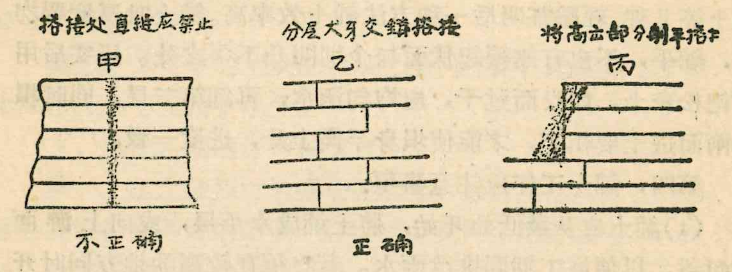


图3-4 壤土搭接示意图

庚、土坝压实：土坝压实的方法一般有夯实法和碾压法兩种，夯实的工具有木夯和石夯兩种：碾压工具则用石碾、混凝土碾，但压实应注意什么及如何檢查压实程度，分别叙述于下：

第一，压实应注意事項：

①打夯应注意各处的遍数相同，不能漏打或少打；在山边接头窄小的地方和边坡处，要用小夯或其他工具补打。

②不論使用何种压实工具，均应交錯夯压，避免空白，并要注意不要連續在一处夯打次数过多，以免发生过压現象。如进行滚压时，压实的滚迹彼此应有20公分的重叠，并应沿坝軸綫方向进行，禁止横向滚压。如使用夯硪时，硪花排列应連环套打，禁止正列进行，見图3-5。各遍行硪方向，宜由外向內进行。

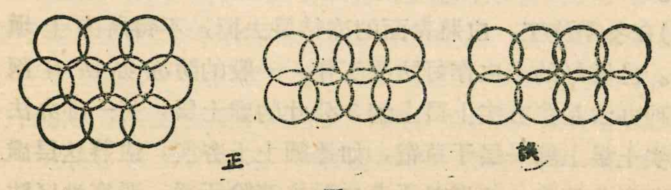


图3-5

③每壤一层土，应随即夯压一层，不可拖延，如因中途停工或每天收工以前，必須將所有舖壤的松土层全部夯实。

④用夯打时要有專人喊号子，一致平起平落，要求抬高过膝走直打匀。

第二，压实質量的檢查：①土料含水量的檢查：在土坝壤筑时首先应檢查土料的含水量是否适宜。因为土壤中含水量的多少直接地影响着土块是否容易被压实，土壤最容易被压实时之含水量，我們称为"最优含水量"，粘土的最优含水量要比砂壤土的最优含水量大。若土壤中小于最优含水量时应加水，大时则需进行翻晒，以达到最优含水量为止。

測驗含水量的最簡單的方法有兩种：

一种是"手測法"，是用手測驗含水量的方法，修筑土坝一般都是用壤土，在野外用手測法来鉴别壤土含水量的方法，見下表：

表3-1 野外用手鉴别土壤含水量

土壤含水量(以百分数計)	鉴　别　方　法
13—15%	用手勉強可捏成自来水笔粗，裂縫多
15—16%	搓成鉛笔粗，有裂縫
17—18%	搓成鉛笔心粗，有裂縫
18—20%	搓成鉛笔心粗，光滑
21—22%	搓成鉛笔心粗，光滑，弯曲易断
23—24%	用手指一搓，指上粘泥
25—26%	脚踏上郎陷下，去后恢复原狀，有裂縫

另一种是"炒土法"：取土10市兩放到小鍋里翻炒，注意不

要燒紅了，只要土的顏色轉淡后，把它弄碎再燒3分鐘，称其重量，其所減少的重量，被燒干的土重来除(以百分数計)就是該土壤的含水量。例如只剩8.5市兩时則土壤的含水量＝

$\frac{含水量}{干土重}=\frac{1.5}{8.5}=0.176=17.6\%$就是百分之十七点六。

常見的各种土壤最优含水量及最优密实度列表如下：

表3-2

土料种类	最优含水量	最大容重（公吨/立方公尺）
砂土	8～12%	1.80～1.88
砂壤土	9～15%	1.85～2.08
壤土	12～15%	1.85～1.95
重壤土	16～20%	1.67～1.79
粘土	19～23%	1.58～1.70

②土料压实程度之檢驗：填筑土壩，土料压实程度应达到每立方公尺乾土重(即最大容重，一般为1.6—1.7吨)，10公尺以下土壩与原狀土重相同，也是允許的。今有一种苏联鉄制的檢驗击实器，使用簡便容易掌握，并且造价不貴，很受羣众欢迎。在一般小型水庫中常用来檢查土壩压实質量。击实器的尺寸及構造見图3-6。

使用方法：选擇能代表一般情况的地方，將驗硪錘直立在剛压实的土层上，一手扶住把手，一手將柱狀鉄錘提高至頂端托盤，使鉄錘自由落下，击在下面的鉄托盤上，如此反复錘击，直至托盤下195公厘長的鉄杆全部击入土中，記录鉄錘的落击次数，移动位置，依照此法同样檢驗3～5处，將各处錘击次数平均，即可作为土层压实程度的指标。一般規定新填土上

打击的次数与老土上打击次数应該相同(一般均在25次以上)。根据决定的錘击次数，檢查各层土料的压实質量，特别是接头地方的压实質量。如中途发現含水量或土質有所变化，可隨时另作試驗，再修正錘击次数。

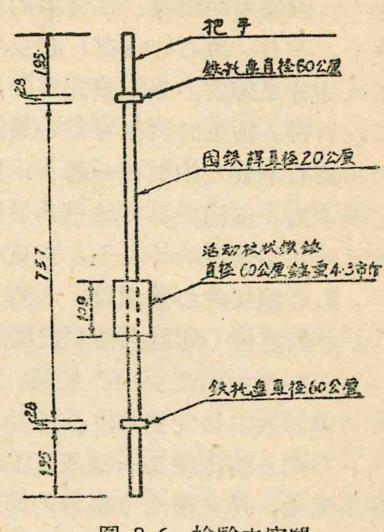


图 3-6　檢驗击实器

使用驗硪錘应注意：提鉄錘时不可过猛，以免冲动上端托盤；錘杆应立直，不得傾斜或左右搖摆，打击时速度要均匀。

6、壩坡整护：填土时，要及时糾正內外坡的太緩或太陡，待填成后，应使坡平整，并小心夯打一遍，然后再护。

甲、草皮护坡：筑壩附近若有草皮可采用草皮护坡，草皮每块約30公分見方，厚約5公分，鋪砌时，坡面先鋪肥土或取土場清理出的表土一层，再將草皮鋪上。用木制的小板拍打实后，每块草皮用15公分長的木釘子1～2根把草皮釘实，如天气干旱，必須天天洒水，直到草皮成活后为止。移植时間应在春初草皮將要发芽之前。选用护坡的草皮要能耐旱又能耐水浸，根部入土坡深又能蔓延，能耐热又能耐寒。一般多用爬根草护坡。

乙、砌石护坡：筑壩附近若石头很多时，則可采用干砌石护坡，即先在壩坡上鋪砂一层，再在砂上鋪卵石一层，然后在卵石上干砌块石，其規格要求应符合設計的規定，鋪砌时坡面

要平整，块石要挤紧夯实。

7.倒濾壩的砌築： 倒濾壩的施工，应在基础清理后进行，砂子、卵石、块石等材料，必須严格按照設計图上規定的式样和尺寸分层鋪設。先鋪設底层砂，然后再堆筑小卵石，最后堆筑块石料。施工时要注意使各层的界綫明显（泥土、砂、小卵石和块石不要互相混在一起），更重要的是不要使泥土混进倒濾壩中去。倒濾壩的外坡也必須經常保持清洁，特別是廢土絕不能放在倒濾壩的外坡上，以免把倒濾壩閉塞。

8.心牆壩的心牆填築： 心牆一般是用粘土或粘壤土做成的。心牆莖槽（即截水槽）在建筑涵管的同时就要开挖，一直挖到不透水层內至少半公尺深。基槽的兩側应有适当的边坡，以防塌方返工和发生事故。心牆兩端与山坡連接处，要插入岩层內。开挖心牆莖槽是一項艰巨工作，槽中常有滲水，挖土运土都很困难，并且槽內窄狹容納民工不多，进度比較慢，所以要挑选身强力壯的民工，突击完成。基础挖好后及时在槽內填筑心牆，但要掌握在涵管做好时，心牆必須填到原地面高度以上，这时就能大量增加民工，全面进行壩身填筑。心牆的进度要比兩边填土工作稍快一步，兩边填土工作也須紧紧跟上，使各方面的工作互相配合。心牆部分填土每层15公分，夯实为10公分。

七、施工中应注意的事項

1.民工的組織和管理： 民工到达工地后，首先要安置在事先准备好的住所，其次就要抓紧健全建立各級組織的紀律和制度，并要深入了解与搜集民工思想情况，針对着民工存在的各种思想顧慮进行教育，稳定情緒，其方法是通过开工典禮，党团会，民工代表会，利用工地上的黑板报、广播筒等各种方

式，进行宣傳教育，以提高劳动积极性。

在巩固民工情緒的基础上，把工程的具体要求和工程質量（如怎样清基，一次塡土几寸，夯打几遍，土壤含水量多少等等）向羣众耐心解釋清楚。并要及时表揚工程質量做得好效率高的队和个人，鼓励全体民工情緒保証質量，提高工效。

在羣众情緒普遍高漲的基础上，抓紧时間，发动队与队，組与組的劳动竞賽。并应注意加强安全教育，以防发生事故。

开展羣众性的文艺活动，使民工在紧張的劳动中得以愉快，調剂精神。

随时帮助民工解决困难，关心他們的生活，有疾病的应及时給予治疗。

2.安全卫生： 工地安全卫生是关系着每个民工的生命，身体健康的大事情，同时，也密切地关系着工程的进度。要做好安全卫生工作，关鍵問題就是要发动羣众，把安全卫生工作变成羣众性的运动，通过羣众自己来訂立安全卫生公約，在羣众自覺的基础上，做到互相监督，互相帮助以消灭事故的发生。要做到这一点，必須有健全的安全卫生組織机構，确定專人負責，层层建立安全生产責任制，貫徹"管生产，必須管安全"的原則。

甲、民工到达工地后，应首先进行安全生产教育，講解安全的重要意义和安全操作規程，并发动羣众討論訂立保障安全的制度，以便共同遵守。

乙、工地上要設立医疗站、茶水站，在取土場及壩身附近适当的地方設立足够的厕所，教育民工不喝生水不随地大小便。

丙、工地卫生工作应貫徹防重于治的医务工作方針，广泛地在民工中进行宣傳教育，使其重視卫生对身体健康的关系，以

及对国家建設的重要意义，講解一些疾病预防常識，經常动員羣众进行打扫环境卫生，注意飲食，天气热冷等。

丁、为了使安全卫生制度很好的貫徹，应經常进行督促檢查。有違犯安全卫生制度的民工，应及时糾正，并应向他們說明利害，严重者应召开羣众大会，用实际事例教育大家，以便引起大家足够重視。

戊、教育民工随时随地都要注意安全，打消民工中的麻痺思想，認为忽視一下不会出事故等錯誤思想。

己、提高警惕，严防坏人造謠破坏。夜間特別是汛期应設有巡夜的。

3.保証質量，提高工效： 小型水庫的施工是一件帶有技术性和羣众性的工作，要保証工程質量必須貫徹領导与羣众相結合、技术与羣众相結合的原則。

甲、如何保証工程質量：

第一，建立責任制度，做到每件工作都有人負責，防止自流現象。

第二，將施工技术交給羣众，进行保証工程質量的教育，使羣众从思想上認識到保証工程質量的重大意义，自覺遵守，互相监督。

第三，建立檢查制度，由施工委員会主任及工务組長，按工程进度分段檢查，及时糾正。

乙、如何提高工作效率：

第一，做好劳力組合：土方工程应按工种分为挖土、裝土、运土、卸土、碎土、平土、洒水、夯土等工种，彼此之間必須密切配合，如果某項工作由于劳力配备不当或工具缺乏，都会影响到整个工作不能有节奏地进行。因此必須充分准备工具，根据具体情况（运距，土質，劳力强弱等）合理地分配挖土、上土、挑土等人数，在施工中应注意观察分析調整，使每一时間每一工作都沒有閑人，这样人力就不会浪費、效率就必然会提高。

第二，注意改良工具，改进操作方法：无論挖土、运土要想省劳力、做得快，这和工具、操作方法有极大关系，所以在施工中要注意及时改良工具。如改石夯为石磙，人拉石磙改为牛拉，改挖土为牛犁，改挑土为車运，改碎土、平土为耙土等，改进操作方法，运距大采取接力运，挖运輪換，硬土用洋鎬或鋼釬撬等。

第三，加强宣傳鼓动工作，开展紅旗竞賽、評选模范（个人、集体）、发揮党团骨干作用、組織青年突击队。

第四，作好評工記分工作，切实貫徹男女同工同酬，当天做的工当天評，对一些不能收方的工程，可实行小包制，避免作点工。

第五，按民工中队人数及輪班时間，交給一定的土方任务。

第六，制定計划，加强計划执行情况的檢查。

4.做好清工結賬，妥善清理工具材料： 工程完成后要及时清工結賬，公布賬目，使每个民工都心中有数。对工具和材料要清点保管起来，并作妥善处理。一切手續結清后，水庫可由專人負責或成立水庫管理机構进行管理养护。

第四章　管理养护

我們挖塘筑垻修水庫都是为了蓄水灌溉，保証农业增产，要达到这个目的，就要在工程修起后进行長期的管理养护，才能达到以下目的：

1.保証蓄水設备的完整，及时整修，能使工程施用安全，发揮应有的灌溉效益。

2.建筑物养护的好，就能延長建筑物的使用年限，减少整修费用。

3.利用陂塘水庫植树养魚可以发展副业增加收入。

养护管理的具体方法如下。

一、建立管理养护組織

水庫修成后，根据工程的大小，受益乡社的多少，成立适当的管理养护机構，使水庫能够"及时蓄水，防止漏水，合理用水，扩大效益"。小型水庫应本着受益乡社羣众自經、自管、自养的精神进行，就目前情况可分为以下三种形式管理。

1.水庫屬于一个农业社的，由社內組織管理委員会，責成專人負責管理，配水，包管养护，"蓄水有人管，用水有人放"水庫的副业收入为社內所有，工程管理养护费用由社內負担，所用的岁修工由社記工分紅。

2.几个社或几个乡受益的水庫，应組織联合管理机構，管理組織应由受益乡社成立委員会，委員由各乡社分别产生，如果是几个社的联合管理委員会，应由所在乡参加領导，几个乡的联合管理委員会，应由所在区或县参加領导，制定管理公約，养护制度，及灌溉用水計划等，水庫的副业收入，按負担的多少合理分配、管理、整修及养护和工程岁修费用，按各乡社受益的多少征收水费。

3.脱产的管理人員及專职放水員，可按常年包工，由社或乡評給合理的工分报酬，一般以不低于本人参加农业收入为原則，專职管理人員在放水和非放水期間均不得兼任其他工作，为了发揮管理人員的积极作用，对專职管理人員应有职、有权、

有酬、有責，但需注意專管人員应是大公无私，积极負責熟悉生产知識和灌区情况，并为羣众所拥护。

二、管理养护的內容

我們有了管理养护組織以后，就应根据各地的具体情况，訂出管理养护制度，交羣众討論执行，至于日常工程的修补，管理人員应在平日随时进行，但若遇較大的整修或需要搶修的工程应由羣众負担，兹將管理养护分述于后：

1.新建水庫应逐漸蓄水，不可一下蓄滿，即在汛期以前逐漸蓄小水，以免汛期水猛，危害坝身。在蓄水前应对放水的启閉設备作一次全面的檢查，檢查各部机件是否灵活，有无障碍，以免蓄水后难以修理，同时在蓄水期間应定期檢查，发現問題及时修补。

2.坝身严禁取土放牧，庫內取土后留下的較陡土坡应随时加以平整修緩，以防蓄水后坍坡，蓄水过程中，应經常檢查土坝的滲漏和坝坡的稳定情况，如发現滲漏严重，应限制蓄水，將水放出加以补修。溢洪道溢洪时要檢查水流冲刷情况和校核溢洪道的大小，以便修整。

3.汛期季节，应成立羣众搶險队，預备防护材料，如土，石，夯，鍬，麻袋，树枝等，暴雨时应日夜巡查防守，发生險情时应即时搶护，若涵管土坝发現滲水或坍裂时要及时修补，做到土石相接不漏水，放水管口在蓄水前关好，不准随便搖动。

4.利用水庫发展副业，如种菓树养魚、养鴨等，但需注意种菓树时不能种在土坝上，也不能种在庫內常水位以下，选擇魚种时，要适应当地条件，并能經常飼养，容易長大。放水时放水管口应用鉄絲网盖住，以免从放水管中把魚漏走。

5.水庫上游应植树种草修梯田，禁止陡坡开荒和乱伐乱

收，做好水土保持工作，减少水庫淤积延長水庫寿命。

6.为了保障人民生命財产的安全，应严禁在庫內洗衣洗澡。

三、水庫漏水的处理

1.坝身散漏：筑坝时选用的土料，透水性大，或因坝內有石块，土料沒有夯实，坝身寬度及坡度不足，遇到这种情况可用粘土斜牆，拋塡等方法进行处理。

粘土斜牆法：在水庫的迎水坡面剷去一层，用粘土逐层夯实，一般采用下边厚2公尺，上端厚1公尺，再在斜牆上夯壜一层不小于1公尺厚的三合土或砂石土做成保护层。

拋塡法：若庫內存水很多，不能放空，可在迎水坡的地方用炭灰砂子混合在一起，順坡面緩緩倒下，也可堵塞漏水的地方，或减少滲漏，如还有漏水等庫水放完后，用粘土斜牆法处理。

2.坝身的滲漏：如果是草皮树根等物腐爛成孔，在夏天可找会水的人仔細探摸发現漏水的地方，用黃泥堵塞，或用細糠鋸末撒到水中，看它的流向，也可以找到漏水的地方，如上所述黃泥进行堵塞，如果是有害动物打洞所造成的滲漏，可用有强烈刺激性的东西（如菸叶，石灰，辣椒等），塞进洞內把有害动物杀死，然后將石灰黃泥灌注塡实。

3.坝脚滲漏：

甲、如因淸基时原地杂物淸除不淨，坝身与坝基結合不好，可沿迎水坡角挖一条截水槽，用粘土还塡逐层夯实。

乙、如因挖基时沒有挖到不透水层或沒有截水牆，可沿迎水坡的截水槽挖至不滲水层（底坡可采用一公尺，斜坡一般可采用1:1，如因滲水层深，边坡可增大至3:1）用粘壤土拌石灰，分层夯实，截住基础的滲漏去路。

4.坝端滲水：如因坝端山坡石层有縫隙沒有塡塞好，或山坡有洞穴，应挖开坝端用石灰砂漿或水泥砂漿塡塞，等灰漿凝固后再用粘土还塡夯实。若因近坝处的庫側滲漏可先挖一截水槽用粘土作成斜牆封閉漏处，若經封閉后仍有漏水可在坝端背坡脚用粗砂，石子和块石作成倒濾层，以保坝身安全。

5.放水管漏水：

甲、土石接合不好，沿管壁漏水可將坝的迎水坡挖掉一部分，換塡粘土仔細夯实并在放水管的进口处做2～3道至少深入老土0.5公尺的截水环，截住滲流去路。

乙、放水管的基础漏水时，可將迎水面的土坝部分挖掉，在基础上加做一道截水牆，如因涵臥管的接头漏水可用灰漿灌塡并在外层沿接头处構成凸縫。

四、防汛与搶險

1.建立与健全防洪搶險組織：在汛期前首先要建立机構、組織防汛人員，并做到生产防汛兩不誤。汛期应日夜巡查、提高警惕，反对麻痺大意。巡查时要特別注意坝坡、坝脚和放水管处，如发現土坝有泥水流出，应立即进行搶救。

2.作好防汛的物料准备工作：防汛搶險必須要有防汛材料，一般应具有土牛、石块、树枝、麻袋，石灰，沙子等。

3.发現土坝外坡或离坝不远的地方有流水洞或裂縫流出帶泥的混水，可用麻袋裝泥把洞或裂縫圍住，圍牆須高出水面，如沙石方便，圍基內可塡粗砂，粗砂上塡碎石，再用大石块压在上面，作成倒濾层的形狀，如噴水大无法把砂倒下，先用麻包裝砂压住、使水較小，再用砂石堵塞。

4.坝坡发現較長的裂縫噴水，可用上法作一月堤把水圍在

月堤和坝坡間，月堤应作出水面为止。

5.如坝脚附近漏水可沿漏水处作一倒濾层，如因外坡滲水可能发生塌坡，可用开溝寻滲的方法，在塌坡部分每隔 5 ～10 公尺开挖一个深0.8～1.0公尺寬0.5～0.8公尺的溝，溝內按倒濾层的道理將水排走。

6.在汛期水庫应設專人看护，时刻注意巡防土壩，放水管及溢洪道、清除溢洪道和放水管的柴草杂物，保証水流暢通，以发揮最大溢洪作用。

五、节約用水扩大灌溉效益

1.推行先进的灌溉方法：实行溝灌，小畦灌及水田要实行淺灌，开展节約用水运动，实行計划用水。

2.結合农业耕作的技术，改良土壤，控制用水，防止土壤內水分深层下滲，实行小定額灌水，灌水后松土中耕，減少地面蒸发。

3.用水前整修引水渠道，保証渠道的安全輸水，減少輸水損失，提高灌溉水的利用率。



表2-20　　方形涵

淨寬	搭接長	高	各部															
			填土高＝3.0公尺				填土高＝5.0公尺				填土高＝8.0公尺				填土高＝11.0公			
			基础厚	底板厚	基础寬	側牆頂寬	基础厚	底板厚	基础寬	側牆頂寬	基础厚	底板厚	基础寬	側牆頂寬	基础厚	底板厚	基础寬	側
20	10	25	20	20	45	20	20	20	45	20	20	20	45	20				
		30	20	20	50	20	20	20	50	20	20	20	50	20				
		35	20	20	55	20	20	20	55	20	20	20	55	20				
		40	20	20	60	20	20	20	60	20	20	20	60	20				
30	10	30	20	20	50	20	20	20	50	20	20	20	50	20	25	25	55	2
		35	25	25	55	20	25	25	55	20	25	25	55	20	25	25	60	2
		40	25	25	60	20	25	25	60	20	25	25	60	20	25	25	65	2
		45	25	25	65	20	25	25	65	20	25	25	65	20	25	25	70	2
		50	25	25	70	20	25	25	70	20	25	25	70	20	25	25	75	2
40	15	30	30	30	50	20	30	30	50	20	30	30	55	25	30	30	60	3
		40	30	30	60	20	30	30	60	20	30	30	65	25	30	30	70	3
		50	30	30	70	20	30	30	70	20	30	30	75	25	30	30	80	3
		60					30	30	80	20	30	30	85	25	30	30	90	3
		65					30	30	85	20	30	30	90	25	30	30	95	3
		80					30	30	100	20	30	30	110	30	30	30	110	3
		85					30	30	105	20	30	30	115	30	30	30	115	3
50	15	45									35	20	75	30	35	20	75	3
		50									35	20	80	30	35	20	80	3
		55									35	20	85	30	35	20	85	3
		65									35	20	95	30	35	20	95	3
		70									35	20	100	30	35	20	100	3
		75									35	20	105	30	35	20	105	3
		80									35	20	110	30	35	20	110	3
		85									35	20	115	30	35	20	115	3
60	20	65									35	20	95	30	35	20	95	3
		70													40	20	105	3
		80													40	20	115	3
		85													40	20	120	3
		95													40	20	130	3
		100													40	20	135	3
		110													40	20	150	4
		120													40	20	160	4
		125													40	20	165	4
80	20	65																
		70																
		75																
		85																
		90																
		95																

表2-20

方形涵洞各部尺寸

淨寬	搭接長	高	各部尺寸：填土高＝3.0公尺				填土高＝5.0公尺				填土高＝8.0公尺				填土高＝11.0公尺				填土高＝14.0公尺				填土高＝17.0公尺				填土高＝20.0公尺			
			基础厚	底板厚	基础寬	側牆頂寬	基础厚	底板厚	基础寬	側牆頂寬	基础厚	底板厚	基础寬	側牆頂寬	基础厚	底板厚	基础寬	側牆頂寬	基础厚	底板厚	基础寬	側牆頂寬	基础厚	底板厚	基础寬	側牆頂寬	基础厚	底板厚	基础寬	側牆頂寬
20	10	25	20	20	45	20	20	20	45	20	20	20	45	20																
		30	20	20	50	20	20	20	50	20	20	20	50	20																
		35	20	20	55	20	20	20	55	20	20	20	55	20																
		40	20	20	60	20	20	20	60	20	20	20	60	20																
30	10	30	20	20	50	20	20	20	50	20	20	20	50	20	25	25	55	25	25	25	55	25								
		35	25	25	55	20	25	25	55	20	25	25	55	20	25	25	60	25	25	25	60	25								
		40	25	25	60	20	25	25	60	20	25	25	60	20	25	25	65	25	25	25	65	25								
		45	25	25	65	20	25	25	65	20	25	25	65	20	25	25	70	25	25	25	70	25								
		50	25	25	70	20	25	25	70	20	25	25	70	20	25	25	75	25	25	25	75	25	30	30	80	30	35	35	80	30
40	15	30	30	30	50	20	30	30	50	20	30	30	55	25	30	30	60	30	30	30	60	30	30	30	60	30	35	35	60	30
		40	30	30	60	20	30	30	60	20	30	30	65	25	30	30	70	30	30	30	70	30	30	30	70	30	35	35	70	30
		50	30	30	70	20	30	30	70	20	30	30	75	25	30	30	80	30	30	30	80	30	30	30	80	30	35	35	80	30
		60					30	30	80	20	30	30	85	25	30	30	90	30	30	30	90	30	35	35	90	30	40	40	90	30
		65					30	20	85	20	30	30	90	25	30	30	95	30	30	30	95	30	35	35	95	30	40	40	95	30
		80					30	30	100	20	30	30	110	30	30	30	110	30	30	30	110	30	35	35	110	30	40	40	110	30
		85					30	30	105	20	30	30	115	30	30	30	115	30	30	30	115	30	35	35	115	30	40	40	120	35
50	15	45									35	20	75	30	35	20	75	30	35	20	75	30	35	20	75	30	40	25	80	35
		50									35	20	80	30	35	20	80	30	35	20	80	30	35	20	80	30	40	25	85	35
		55									35	20	85	30	35	20	85	30	35	20	85	30	35	20	90	35	40	25	90	35
		65									35	20	95	30	35	20	95	30	35	20	95	30	35	20	100	35	40	25	100	35
		70									35	20	100	30	35	20	100	30	35	20	100	30	40	25	105	35	45	25	105	35
		75									35	20	105	30	35	20	105	30	35	20	110	35	40	25	110	35	45	25	110	35
		80									35	20	110	30	35	20	110	30	35	20	115	35	40	25	115	35	45	25	115	35
		85									35	20	115	30	35	20	115	30	35	20	120	35	40	25	120	35	45	30	120	35
60	20	65									35	20	95	30	35	20	95	30	35	20	100	35	40	25	100	35	45	30	105	40
		70													40	20	105	35	40	20	105	35	40	25	105	35	45	30	110	40
		80													40	20	115	35	40	20	115	35	40	25	120	40	45	30	120	40
		85													40	20	120	35	40	20	125	40	40	25	125	40	45	30	125	40
		95													40	20	130	35	40	25	135	40	45	30	135	40	50	30	135	40
		100													40	20	135	35	40	25	140	40	45	30	140	40	50	30	145	45
		110													40	20	150	40	40	25	150	40	45	30	150	40	50	30	155	45
		120													40	20	160	40	40	25	160	40	45	30	160	40	50	35	165	45
		125													40	20	165	40	40	25	165	40	45	30	165	40	50	35	170	45
80	20	65																	40	30	105	40	45	30	110	45	50	35	110	45
		70																	40	30	110	40	45	30	115	45	50	35	115	45
		75																	45	30	115	45	45	30	120	45	55	35	120	45
		85																	45	30	130	45	50	30	130	45	55	35	130	45
		90																	45	30	135	45	50	30	135	45	55	35	140	50
		95																	45	30	140	45	50	30	140	45	55	35	145	50

备注

图2-17　方形涵洞断面

1，涵洞各部示意图。

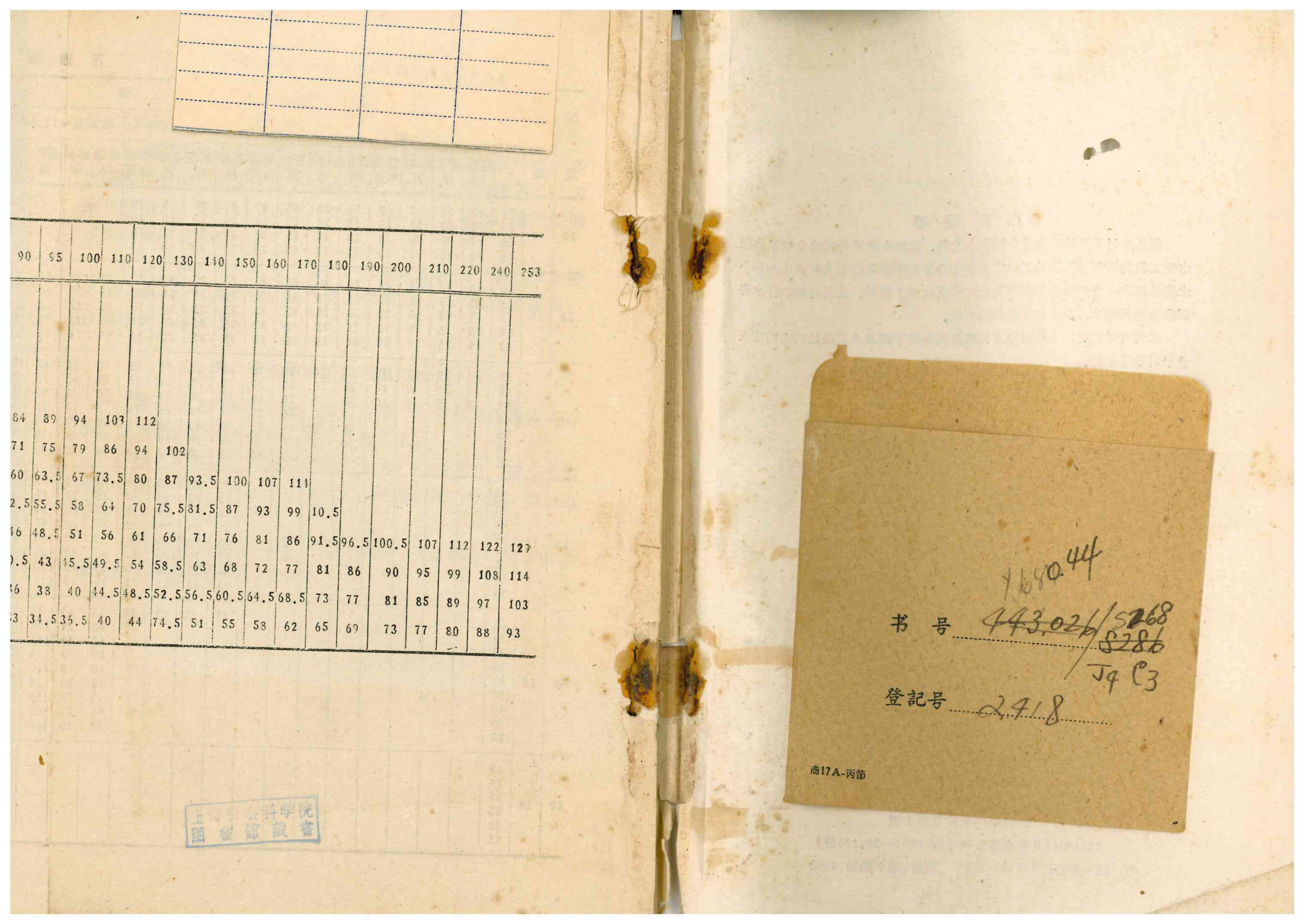
2，淨寬为20，30，40公分的涵洞底板厚为了施工方便采取和基础一样厚。

3，条石或混凝土蓋板厚度参考表2～19，蓋板長度等于淨寬加二倍的搭接長。

表2-29

H \ b \ Q	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	253
0.4	13.5	27	40	80	.66	79	92	105																										
0.5	9.5	19	28.5	38	47.5	57	66	76	85	95	104																							
0.6	7.5	14.5	21.5	29	36	43	50	57.5	65	72	79	86.5	93.5	100.5																				
0.7	6	11.5	17	23	28.5	34	40	46	52	53	63	69	74	80	86	92	97																	
0.8	5	9.5	14	19	23.5	28	33	37.5	42	47	51.5	56	61	65.5	70	75	79.5	84	89	94	103	112												
0.9	4	8	12	15.5	19.5	23.5	27.5	31.5	35.5	39.5	43	47	51	55	59	63	67	71	75	79	86	94	102											
1.0	3.5	7	10	13.5	17	20	23.5	27	30	33.5	37	40	43.5	47	50	53.5	57	60	63.5	67	73.5	80	87	93.5	100	107	111							
1.1	3	6	9	11.5	14.5	17.5	20	23.5	26	29	32	35	38	41	44	47	50	52.5	55.5	58	64	70	75.5	81.5	87	93	99	10.5						
1.2	2.5	5	7.5	10	13	15	18	20.5	23	25.5	28	30.5	33	35.5	38	40.5	43	46	48.5	51	56	61	66	71	76	81	86	91.5	96.5	100.5	107	112	122	129
1.3	2.3	4.5	6.8	9	11.5	14	16	18	20.5	22.5	25	27	29.5	31.5	34	36	38.5	40.5	43	45.5	49.5	54	58.5	63	68	72	77	81	86	90	95	99	108	114
1.4	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44.5	48.5	52.5	56.5	60.5	64.5	68.5	73	77	81	85	89	97	103
1.5	1.8	3.6	5.5	7.3	9.1	11	13	15	16.5	18.5	20	22	24	25.5	27	29	31	33	34.5	36.5	40	44	74.5	51	55	58	62	65	69	73	77	80	88	93





90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	240	253
84	89	94	103	112												
71	75	79	86	94	102											
60	63.5	67	73.5	80	87	93.5	100	107	114							
2.5	55.5	58	64	70	75.5	81.5	87	93	99	10.5						
46	48.5	51	56	61	66	71	76	81	86	91.5	96.5	100.5	107	112	122	129
.5	43	45.5	49.5	54	58.5	63	68	72	77	81	86	90	95	99	108	114
36	38	40	44.5	48.5	52.5	56.5	60.5	64.5	68.5	73	77	81	85	89	97	103
33	34.5	36.5	40	44	74.5	51	55	58	62	65	69	73	77	80	88	93

內容提要

簡易水利手册第四册是介紹蓄水工程。这本小册子着重地介紹了小型水庫工程的勘測設計和施工，这些內容主要是总結羣众在大跃进中兴修小水庫的經驗，書中把許多复杂的計算都簡化成了图表。此外对羣众打水窖和修池塘的經驗書中亦作了較細的介紹。

本書可供具有高小或初中文化程度的各級干部及人民公社的农民技术員学习参考之用。

簡易水利手册 第四册

陕西省水利厅編

*

1488S400

水利电力出版社出版(北京西郊科學路二里溝)

北京市書刊出版業營業許可證出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印　　新华書店发行

*

787×1092 1/32 开本 * 2 15/16 印張 * 66千字

1958年10月北京第1版

1958年10月北京第1次印刷(0001—20,100册)

統一書号：T15143·267　　定价(第9类)0.34元